



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

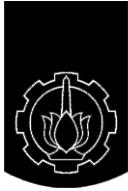
**TUGAS AKHIR - TJ141502**

***INTERNET OF THINGS UNTUK PEMANTAUAN DAN  
PENGENDALIAN PADA SISTEM HIDROPONIK NUTRIENT  
FILM TECHNIQUE SAYURAN BERBASIS WIRELESS  
SENSOR NETWORK***

Gafur Hasan Zam Bahari  
NRP 2913 100 012

Dosen Pembimbing  
Arief Kurniawan, ST., MT.  
Ahmad Zaini, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TJ141502**

***INTERNET OF THINGS UNTUK PEMANTAUAN DAN  
PENGENDALIAN PADA SISTEM HIDROPONIK NUTRIENT  
FILM TECHNIQUE SAYURAN BERBASIS WIRELESS  
SENSOR NETWORK***

Gafur Hasan Zam Bahari  
NRP 2913 100 012

Dosen Pembimbing  
Arief Kurniawan, ST., MT.  
Ahmad Zaini, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT - TJ141502**

**INTERNET OF THINGS FOR MONITORING AND CONTROL  
ON VEGETABLES NUTRIENT FILM TECHNIQUE  
HYDROPONIC SYSTEM BASED ON WIRELESS SENSOR  
NETWORK**

Gafur Hasan Zam Bahari  
NRP 2913 100 012

Advisor  
Arief Kurniawan, ST., MT.  
Ahmad Zaini, ST., MT.

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology

# PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “***Internet of Things untuk Pemantauan dan Pengendalian pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique Sayuran Berbasis Wireless Sensor Network***” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017

Gafur Hasan Zam Bahari

NRP. 2913100012

# LEMBAR PENGESAHAN

**Internet of Things untuk Pemantauan dan Pengendalian pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique Sayuran Berbasis Wireless Sensor Network**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Gafur Hasan Zam Bahari (NRP: 2913100012)

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017

Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:

(Pembimbing I)

Arief Kurniawan, ST., MT.  
NIP: 197409072002121001

(Pembimbing II)

Ahmad Zaini, ST., MT.  
NIP: 197504192002121003

(Penguji I)

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.  
NIP: 196907301995121001

(Penguji II)

Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.  
NIP: 196906131997021003

(Penguji III)

Muhtadin, ST., M.Sc.  
NIP: 198106092009121003

Mengetahui

Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

NIP: 196907301995121001

# ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Gafur Hasan Zam Bahari  
Judul Tugas Akhir : *Internet of Things* untuk Pemantauan dan Pengendalian pada Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* Sayuran Berbasis *Wireless Sensor Network*  
Pembimbing : 1. Arief Kurniawan, ST., M.T.  
2. Ahmad Zaini, ST., MT.

Hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)* merupakan sebuah sistem hidroponik yang banyak dikembangkan. Pada sistem hidroponik *NFT* akar tanaman terendam pada cairan yang mengandung nutrisi dan air bersirkulasi selama 24 jam terus menerus. Hidroponik *NFT* dikategorikan sistem hidroponik tertutup. Namun pada hidroponik *NFT* biasa tidak dilengkapi pengendalian kadar keasaman dan suhu media tanam sayuran. Dengan dikembangkannya *Internet of Things (IoT)* dapat digunakan untuk pemantauan serta pengendalian terhadap sistem hidroponik *NFT*. Sistem pemantauan dan pengendalian yang dikembangkan digunakan untuk menjaga kondisi air tetap stabil. Pada kondisi yang telah ditentukan, tanaman diharapkan dapat menyerap nutrisi yang telah disesuaikan unsur hara secara optimal sesuai dengan tahap-tahap pertumbuhannya. Pengujian sistem terhadap tanaman dilakukan selama dua belas hari. Hasil menunjukkan tanaman yang diletakkan pada sistem hidroponik *NFT* terpantau memiliki jumlah daun sebanyak 10 buah, tinggi tanaman 15.5 Cm, dan panjang akar 15 Cm. Sedangkan tanaman yang diletakkan pada sistem hidroponik tidak terpantau dengan larutan sama memiliki jumlah daun 6 buah, tinggi tanaman 12.8 Cm dan panjang akar 8.5 Cm.

Kata Kunci: Hidroponik NFT, *Internet of Things*, *Wireless Sensor Network*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# ABSTRACT

*Name* : Gafur Hasan Zam Bahari  
*Title* : *Internet of Things for Monitoring and Control on Vegetables Nutrient Film Technique Hydroponic System Based on Wireless Sensor Network*  
*Advisors* : 1. Arief Kurniawan, ST., M.T.  
2. Ahmad Zaini., ST., MT.

*Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic currently is a widely developed hydroponics system. In the system, plant roots are being submerged continuously in a nutrients solution and circulated water for 24 hours. NFT hydroponic is categorized as a closed hydroponic system. However, in regular NFT hydroponic system is not fully equipped with the acid and temperature level controller. The development of the Internet of Things helps to monitor and control the water condition stable. On expected conditions, the plants are able to absorb optimally the adjusted nutrients according to the growth stages. The system test of the plant is carried out for twelve days. The results showed that plants grown using observed NFT hydroponic system to have 10 leaves, height of 15.5 cm, and root length of 15 cm. Whereas, other plants that placed on unobserved hydroponic systems to have 6 leaves, height of 12.8 cm, root length of 8.5 cm.*

*Keywords: NFT Hydroponic , Internet of Things, Wireless Sensor Network*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul ***Internet of Things untuk Pemantauan dan Pengendalian pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique Sayuran Berbasis Wireless Sensor Network*** .

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Semua keluarga dan kedua orang tua yang telah memberikan dorongan spiritual dan material dalam penyelesaian buku penelitian ini.
2. Bapak Kepala Departemen Teknik Komputer ITS Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
3. Bapak Arief Kurniawan, ST., M.T., dan Bapak Ahmad Zaini, ST., MT. yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan, dan arahan selama mengerjakan penelitian.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Komputasi Multimedia yang telah memberikan sarana dan prasana guna menunjang penelitian ini.
5. Bapak-ibu dosen pengajar Departemen Teknik Komputer ITS, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
6. Saudari Tita Aulia yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian ini.
7. Seluruh Staf Departemen Teknik Komputer ITS yang telah membantu penulis dalam hal Administrasi.
8. Teman seperjuangan dalam mengerjakan penelitian (Ahmad Aris Habibi), Serta teman teman angkatan e53 yang selalu memberi motivasi penulis.
9. Seluruh teman-teman *B401-crew* Laboratorium Komputasi Multimedia Departemen Teknik Komputer ITS yang selalu membantu dan menjadi penyemangat dalam penelitian ini.



Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

Abstrak

Abstract

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

<b>1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1	Latar belakang . . . . .	1
1.2	Permasalahan . . . . .	2
1.3	Tujuan . . . . .	2
1.4	Batasan masalah . . . . .	3
1.5	Sistematika Penulisan . . . . .	3
<b>2</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1	Hidroponik NFT . . . . .	5
2.1.1	pH Larutan . . . . .	6
2.1.2	Suhu Air . . . . .	6
2.2	Internet of Things . . . . .	7
2.3	Wireless Sensor Network . . . . .	8
2.3.1	Topologi <i>Wireless Sensor Network</i> . . . . .	8
2.3.2	IEEE 802.15.4 . . . . .	8
2.3.3	Zigbee . . . . .	9
2.4	Xbee . . . . .	9
2.5	<i>Single Board Computer</i> Raspberry Pi . . . . .	10
2.6	Sensor HC-SR04 . . . . .	10
2.7	Sensor pH . . . . .	11
2.8	Sensor Suhu DS18B20 . . . . .	14
2.9	Modul Relay . . . . .	17
2.10	Solenoid Valve . . . . .	18
2.11	Elemen Peltier . . . . .	18

<b>3</b>	<b>DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM</b>	<b>21</b>
3.1	Desain Sistem . . . . .	21
3.2	Alur Kerja . . . . .	23
3.3	Pemrosesan Data di <i>Source Node</i> . . . . .	24
3.3.1	Akuisisi Data Sensor . . . . .	24
3.3.2	Pengiriman Data Sensor ke <i>Sink</i> . . . . .	27
3.3.3	Penerimaan Data Paramter Kontrol dari <i>Sink</i> . . . . .	28
3.3.4	Pemrosesan Kontrol . . . . .	29
3.4	Pemrosesan Data di <i>Sink</i> . . . . .	30
3.4.1	Pemrosesan Data Sensor oleh <i>sink</i> . . . . .	31
3.4.2	Pemrosesan Parameter Kontrol oleh <i>Sink</i> . . . . .	33
3.5	Pengolahan <i>Database Server</i> . . . . .	35
3.5.1	Pengolahan Data Sensor . . . . .	35
3.5.2	Pengolahan Data Parameter Kontrol . . . . .	35
3.5.3	Pengolahan Data Hidro . . . . .	36
3.6	Pembuatan <i>User Interface</i> Berbasis Aplikasi Android . . . . .	38
3.6.1	Halaman Awal e-Hidroponic . . . . .	38
3.6.2	Halaman Atur Informasi Hidroponik . . . . .	38
3.6.3	Halaman Pilih Hidroponik . . . . .	39
3.6.4	Menu Hidroponik . . . . .	40
3.6.5	Halaman <i>Monitoring</i> Pada Aplikasi e-Hidroponic . . . . .	42
3.6.6	Halaman Kontrol Hidroponik Pada Aplikasi e-Hidroponic . . . . .	43
3.6.7	Halaman History Pada Aplikasi e-Hidroponic . . . . .	46
<b>4</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISA</b>	<b>49</b>
4.1	Pengujian Proses Pada <i>Source Node</i> . . . . .	50
4.1.1	Pengujian Proses Kontrol Suhu . . . . .	51
4.1.2	Pengujian Proses Kontrol pH . . . . .	52
4.2	Pengujian Proses Pada <i>Sink</i> . . . . .	53
4.3	Pengujian Perbandingan Sensor Dengan Alat Yang Umum Digunakan . . . . .	55
4.3.1	Pengujian Sensor Suhu . . . . .	56
4.3.2	Pengujian Sensor Ketinggian . . . . .	56
4.3.3	Pengujian Sensor pH . . . . .	57
4.4	Pengujian <i>User Interface Smart Phone</i> Android . . . . .	58
4.4.1	Pengujian Kesesuaian Fungsi . . . . .	59
4.4.2	Pengujian <i>User Interface</i> Dengan Survei . . . . .	59

4.5 Pengujian Sistem Dengan Tanaman . . . . .	60
<b>5 PENUTUP</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>69</b>
<b>Biografi Penulis</b>	<b>75</b>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# DAFTAR GAMBAR

2.1	Aplikasi penggunaan <i>IoT</i> . . . . .	7
2.2	Cara kerja sensor HC-SR04 . . . . .	10
2.3	Skema elektroda kaca pH probe . . . . .	12
2.4	Konfigurasi pin sensor DS18B20 . . . . .	15
2.5	Peta memori <i>Scratchpad</i> DS18B20 . . . . .	16
2.6	Cara kerja peltier . . . . .	19
3.1	Blok sirkuit diagram <i>source node</i> . . . . .	22
3.2	Blok diagram <i>sink</i> . . . . .	22
3.3	<i>Gambaran umum sistem kerja</i> . . . . .	23
3.4	Akuisisi data sensor pH . . . . .	25
3.5	Akuisisi data sensor suhu DS18B20 . . . . .	26
3.6	Akuisisi data sensor HC-SR04 . . . . .	27
3.7	Alur pengiriman data pada <i>source node</i> . . . . .	28
3.8	Alur penerimaan data pada <i>source node</i> . . . . .	29
3.9	Proses kontrol suhu . . . . .	30
3.10	Proses ketinggian air . . . . .	31
3.11	Proses kontrol pH . . . . .	32
3.12	Alur pengiriman data pada <i>sink</i> ke <i>database server</i> .	33
3.13	Alur pengiriman parameter kontrol oleh <i>sink</i> ke <i>source node</i> . . . . .	34
3.14	Halaman awal aplikasi e-Hidroponik . . . . .	39
3.15	Halaman atur informasi hidroponik aplikasi e-Hidroponik	40
3.16	Halaman pilih hidroponik pada aplikasi e-Hidroponik	41
3.17	Halaman menu hidroponik e-Hidroponik . . . . .	42
3.18	Halaman <i>monitoring</i> hidroponik pada aplikasi e-Hidroponik	43
3.19	Pengambilan data sensor dari <i>database server</i> . . . .	44
3.20	Halaman kontrol hidroponik . . . . .	45
3.21	Pengiriman parameter kontrol dari android ke <i>database server</i> . . . . .	46
3.22	Pengambilan data parameter kontrol dari <i>database server</i> . . . . .	47
3.23	Halaman history . . . . .	48
4.1	Spesifikasi sistem secara keseluruhan . . . . .	49

4.2	Pemasangan sensor, <i>Solenoid Valve</i> , pemanas, dan pendingin . . . . .	50
4.3	Grafik penurunan suhu . . . . .	52
4.4	Grafik penurunan dan peningkatan pH . . . . .	54
4.5	Grafik pertumbuhan tanaman . . . . .	61
4.6	Grafik pertumbuhan daun . . . . .	62
4.7	Grafik pertumbuhan akar . . . . .	62

## DAFTAR TABEL

2.1	Konversi nilai keluaran elektroda pH dalam bentuk milivolt ke nilai pH . . . . .	14
2.2	Tabel perintah fungsi DS18B20 . . . . .	17
3.1	Format data <i>source node</i> ke <i>sink</i> . . . . .	27
3.2	Format data <i>sink</i> ke <i>source node</i> . . . . .	34
3.3	Struktur tabel data_sensor . . . . .	36
3.4	Struktur tabel data_parameter . . . . .	37
3.5	Struktur tabel data_posisi . . . . .	37
4.1	Data <i>source node</i> . . . . .	51
4.2	Proses kontrol suhu . . . . .	52
4.3	Proses kontrol pH . . . . .	53
4.4	Data <i>source node</i> yang diterima <i>sink</i> . . . . .	55
4.5	Data parameter kontrol . . . . .	55
4.6	Pengujian perbandingan sensor suhu . . . . .	56
4.7	Pengujian perbandingan sensor ketinggian . . . . .	56
4.8	Pengujian perbandingan sensor pH . . . . .	57
4.9	Pengujian tegangan keluaran sensor pH . . . . .	58
4.10	Pengujian kesesuaian fungsi . . . . .	58
4.11	Daftar pertanyaan pengujian survei . . . . .	59
4.12	Hasil pengujian . . . . .	60



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Penelitian ini di latar belakang oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai luaran dari penelitian.

### 1.1 Latar belakang

Dewasa ini kota kota besar di Indonesia mulai kehilangan lahan sebagai media tanam. Hal ini dikarenakan banyak kota – kota yang mementingkan pembangun gedung – gedung perkantoran. Namun permasalahan tersebut tidak menjadi masalah dengan ditemukannya sistem hidroponik sebagai media tanam baru. Sistem hidroponik memiliki banyak jenis salah satu yang sering digunakan adalah sistem hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)*. Sistem hidroponik ini banyak di kembangkan di negara maju dikarenakan penggunaannya yang mudah. Pada sistem hidroponik *NFT* akar tanaman terendam pada cairan yang mengandung nutrisi dan air bersirkulasi selama 24 jam terus menerus. Sistem hidroponik *NFT* dikategorikan sistem hidroponik tertutup. Pada sistem hidroponik tertutup air bersirkulasi selama 24 jam terus menerus atau bisa juga diatur pada waktu tertentu dengan pengatur waktu[1].

Pada sistem hidroponik *NFT* air yang tidak tersisa di bak penampungan harus dikontrol setiap saat agar tetap bersirkulasi dengan baik. Tentu hal ini menjadi permasalahan apabila sistem hidroponik *NFT* ingin digunakan oleh orang yang sangat sibuk. Sehingga mereka tidak dapat melakukan kontrol terhadap kondisi air dan kondisi nutrisi atau pupuk. Serta pada sistem hidroponik *NFT* tidak dilengkapi pengendalian kadar keasaman yang dapat menjaga pH dan suhu media tanam sayuran . Dimana pH ideal pada sayuran secara umum antara 5.5 – 6.5 [1]. Sedangkan suhu normal sayuran berada di antara 21° – 30° Celcius [1].

Dalam tugas akhir ini dibuat sistem hidroponik *NFT* terpancain yang dapat dipantau serta dapat dikontrol jarak jauh terhadap kondisi ketinggian air, kondisi suhu air, dan kondisi pH air. Sehingga tanaman sayuran memiliki tingkat hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan hidroponik tidak terpancain dengan larut-

an sama. Sistem hidroponik *NFT* terpantau diintegrasikan dengan menggunakan sistem *Internet OF Things (IoT)* berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)*.

*IoT* merupakan sebuah konsep bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. *IoT* dapat digunakan sebagai alat monitor dan kontrol untuk berbagai macam hal, dan dalam prakteknya sistem ini harus secara umum memenuhi beberapa fungsi antara lain *sensing, actuation, dan control* [2]. Data data yang diambil oleh sensor akan di proses oleh mikrokontroller ATmega328 dengan board Arduino Uno. Pada akhirnya server akan mengirim data pada *smart phone* Android. Sehingga pengguna hidroponik sayuran dapat melakukan pemantauan serta pengendalian terhadap sistem hidroponik mereka.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan karakteristik dan prinsip kerja dari sistem hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)*, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Air sebagai media tanam utama dapat mengalami kekurangan.
2. Kadar pH air tidak terkontrol dengan baik dapat menyebabkan kadar nutrisi berkurang sehingga berdampak buruk pada kualitas tanaman.
3. Temperatur air yang terkena pancaran sinar Matahari langsung akan tinggi.

Permasalahan tersebut dapat menyebabkan unsur hara pada tanaman berkurang serta tanaman menjadi tidak sehat.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah pembuatan sistem hidroponik *NFT* terpantau yang dapat dipantau serta dapat dikontrol jarak jauh menggunakan *smart phone* berbasis Android terhadap kondisi ketinggian air, kondisi suhu air, dan kondisi pH air . Sehingga tanaman sayuran memiliki tingkat hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan hidroponik tidak terpantau dengan larutan sama.

## 1.4 Batasan masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang diangkat maka dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan masalah tersebut diantaranya adalah:

1. Menggunakan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)* dengan ukuran 90 Cm X 60 Cm X 85 Cm dan media tanam sebanyak 24 buah serta ukuran tandon 30 L .
2. Pemantauan yang dijalankan adalah pemantauan terhadap kondisi suhu air tandon, ketinggian air tandon, dan kondisi pH air tandon hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)*.
3. Kontrol yang dijalankan adalah kontrol terhadap pendingin dan kontrol terhadap katup pengontrol pH sedangkan untuk ketinggian air hanya mengirimkan pesan aman atau tambah air.
4. Tidak mempertimbangkan delay pengiriman data.
5. Menggunakan *smart phone* berbasis Android.
6. Komunikasi antara *source node* dan *sink* menggunakan Xbee *Series 1* (802.15.4).

## 1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian Tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. BAB I Pendahuluan  
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.
2. BAB II Dasar Teori  
Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait sistem hidroponik *NFT*, teknik - teknik komunikasi *wireless* berbasis Xbee S1 (802.15.4), dan teori-teori penunjang lainnya.
3. BAB III Perancangan Sistem dan Implementasi

Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan dan langkah-langkah pengambilan data sensor dan proses kontrol hingga ditampilkan pada *smart phone* Android. Guna mendukung itu digunakanlah blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implentasi pada pelaksanaan tugas akhir.

#### 4. BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap proses pengambilan data dari sensor, komunikasi *wireless* berbasis xbee, proses kontrol dan analisisnya.

#### 5. BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Demi mendukung penelitian ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

#### 2.1 Hidroponik NFT

Teknik budidaya hidroponik merupakan salah satu teknik budidaya Sayuran yang populer di tengah keterbatasan lahan untuk menanam. Cara ini dapat memberi nilai tambah dalam menciptakan penghijauan di tempat - tempat yang tidak memungkinkan untuk ditanam. Istilah hidroponik muncul pada tahun 1936 diberikan untuk hasil penelitian yang dilakukan Dr. WF. Gericke, seorang agronomis dari Universitas California, Amerika Serikat [1]. Perkembangan hidroponik terus dilakukan oleh para peneliti di berbagai belahan dunia.

Sistem hidroponik *NFT* sendiri dikembangkan oleh Dr. AJ Cooper di Glasshouse Crop Research Institute, Littlehampton, Inggris pada akhir tahun 1960an dan berkembang pada awal 1970-an secara komersil [1]. Sistem hidroponik *NFT* merupakan teknik pemberian larutan nutrisi melalui aliran yang sangat dangkal [1]. Nutrisi merupakan faktor penting untuk kembang dan kualitas tanaman hidroponik. Di dalam nutrisi mengandung unsur makro (C, H, O, N, S, P, K, Cs, dan Mg)serta unsur mikro (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, dan Zn). Dalam pembuatan nutrisi terdapat dua jenis yaitu larutan A dan larutan B. Larutan A dan larutan B tidak dapat dicampur karena apabila kation Ca dalam larutan A bercampur dengan anion sulfat dalam larutan B, maka akan terjadi endapan kalsium sulfat sehingga unsur Ca dan S tidak dapat diserap akar tanaman [1]. Dalam penggunaannya setiap 5 mL larutan A dan 5 mL larutan B dilarutkan dengan 1 L air.

Air yang mengandung nutrisi diberikan secara terus menerus selama 24 jam. Kedalaman aliran sirkulasi air dalam sistem ini idealnya harus tipis. Sistem ini dapat memberikan limpahan oksigen pada akar tanaman. Sistem hidroponik *NFT* merupakan salah satu

sistem hidroponik yang populer digunakan karena memiliki kelebihan dalam penghematan air dan nutrisi serta memiliki kemudahan dalam perawatan karena tidak perlu disiram. Untuk menghasilkan tanaman yang baik dan sehat kondisi pH dan suhu harus terkontrol dengan baik agar unsur hara tanaman terpenuhi.

### 2.1.1 pH Larutan

pH adalah ukuran keasaman atau kebasahan suatu larutan. pH merupakan ukuran + ion hydronium  $H_3O$ . Hal ini didasarkan pada skala logaritmik dari 0 sampai dengan 14. pH memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap ketersediaan dan penyerapan beberapa unsur atom 16 yang diperlukan dalam pertumbuhan tanaman. Rentang PH ideal untuk tanaman hidroponik khususnya sayuran adalah 5.5 - 6.5 [1]. Ketika pH berada di bawah kisaran 5.5 - 6.5 maka akan banyak unsur makro (N,P,K, dll) memiliki ketersediaan yang kurang sehingga dapat menyebabkan nutrisi mikro dapat mencapai tingkat beracun. Untuk menyesuaikan konsentrasi pH dengan menggunakan asam untuk menurunkan konsentrasi pH tersebut. Sedangkan untuk meningkat konstentrasi pH digunakan alkali. Jika konstentrasi pH lebih besar dari 6.5 keasaman harus diturunkan dengan menggunakan asam sulfat ( $H_3PO_4$ ) sebesar 10%. Sementara apabila konsentrasi pH kurang dari 6.0 keasaman dapat dinaikkan dengan larutan KOH sebesar 10%.

### 2.1.2 Suhu Air

Dalam proses pertumbuhan sayuran, suhu sangat berperan penting dalam proses kimiawi tubuh sayuran. Proses kimiawi tersebut melibatkan peran enzim, garam, dan membrane sel yang akan bekerja secara optimal pada suhu ideal. Di atas atau di bawah suhu ideal proses kimiawi berlangsung lambat atau dapat terhenti sama sekali dalam perbedaan suhu yang ekstrim. Dalam kasus tersebut tanaman menjadi stress dan pertumbuhan akan terhambat. Selain itu penyerapan beberapa unsur hara oleh akar memang dipengaruhi oleh suhu, seperti fosfor. Jika suhu rendah, kemungkinan besar muncul gejala kekurangan unsur fosfor akibat terhambatnya proses penyerapan oleh akar [1]. Pada media tanam hidroponik sayuran suhu ideal yang diperlukan pada dataran rendah berkisar antara  $21^{circ} - 30^{circ} Celcius$  [1].

## 2.2 Internet of Things



Gambar 2.1: Aplikasi penggunaan *IoT*[3]

*Internet of Things (IoT)* merupakan objek jaringan fisik yang terdiri dari komponen elektronik, *software*, sensor, dan terhubung dalam satu jaringan internet, sehingga objek tersebut dapat saling bertukar data [2]. Skema dari interkoneksi antar komponen digambarkan dalam gambar 2.1 di mana aplikasi penggunaan *IoT* dapat digunakan di semua sektor. Dari Gambar 2.1 salah satu contoh penerapan *IoT* di sektor transportasi dapat digunakan untuk *traffic light*, parkir, dsb. Penerapan *IoT* juga dapat digunakan untuk meningkat keamanan rumah.

Dengan *IoT* objek-objek tersebut untuk dikontrol oleh suatu *remote* yang terhubung dengan infrastruktur jaringan yang sama, sehingga menjadikan adanya integrasi untuk meningkatkan keuntungan efisiensi, akurasi, dan ekonomi. Batasan *IoT* sangat luas,



salah satunya adalah untuk mempermudah proses bekerja bagi para manusia, seperti halnya mengontrol temperatur dan kelembaban udara suatu ruangan dari belahan dunia lain maupun digunakan untuk pemantauan kesuburan tanah untuk pertanian. Semua hal tersebut dapat dilakukan ketika komponen tersebut terhubung pada jaringan internet.

## 2.3 Wireless Sensor Network

*Wireless Sensor Network (WSN)* didefinisikan sebagai salah satu jenis jaringan *wireless* (nirkabel) terdistribusi yang memanfaatkan teknologi *Embedded System* (sistem tertanam) dan seperangkat *source node*, untuk melakukan proses sensor, pemantauan dan pengiriman data, serta penyajian informasi ke pengguna, melalui komunikasi internet [4] .

### 2.3.1 Topologi *Wireless Sensor Network*

Pemilihan topologi *WSN* bergantung pada penerapannya [5], sehingga desain dan penyebaran *WSN* harus mempertimbangkan lingkungan dan penerapannya. Sejumlah *source node* dapat diletakkan secara berdekatan untuk meningkatkan akurasi data dan mencapai konektivitas sistem yang lebih baik. Namun, penyebaran *source node* secara berdekatan memiliki beberapa kelemahan, yaitu: konsumsi energi yang tinggi, tabrakan data, gangguan, dll [6]. Pada *source node WSN* terdapat tiga jenis topologi jaringan yang biasa digunakan , yaitu: topologi *star*, topologi *tree* dan topologi *mesh*.

Pemilihan topologi jaringan yang tepat bergantung pada jumlah dan frekuensi data yang akan dikirim, jarak transmisi, daya tahan baterai dan mobilitas *source node* [7]. Topologi fisik *WSN* dapat berubah karena energi yang tersedia, posisi variasi *source node*, kerusakan, reachability (karena kebisingan, cuaca parah, hambatan bergerak, dll), dan rincian tugas *source node* [8].

### 2.3.2 IEEE 802.15.4

IEEE 802.15.4 merupakan protokol dari lapisan fisik (*physical layer*) dan lapisan *media access control (MAC layer)* untuk perangkat *low-rate wireless personal area network (LR-WPAN)* dan kecepatan data transmisi rendah (*Low Data Rate*). Selain murah, standard ini juga mengkonsumsi daya yang lebih sedikit, sehingga

sedikit bisa menghemat baterai.

### 2.3.3 Zigbee

Zigbee atau sering disebut protokol Zigbee ( standar IEEE 802.15.4), merupakan teknologi dan protol dalam jaringan komputer (khususnya *WSN*) yang dapat menghubungkan semua perangkat dengan cepat, daya tampung yang banyak, dan hemat konsumsi daya [9]. Zigbee stack protokol dibangun di atas standar IEEE 802.15.4 yang mendefinisikan *Media Access Control (MAC)* dan lapisan fisik (*physical layer*) untuk *low rate wireless personal area network (LRWPAN)*. Zigbee terdiri dari sejumlah layer terstruktur dan memiliki hubungan erat dengan layer - layer dalam jaringan komputer. Teknologi dari Zigbee sendiri digunakan untuk penggunaan pengiriman data secara nirkabel yang membutuhkan transmisi data rendah dan juga konsumsi daya rendah, dan juga tidak lebih mahal dibandingkan dengan WPANs lain seperti Bluetooth. ZigBee Alliance adalah konsorsium yang mempromosikan standar zigbee untuk sensor nirkabel *lowrate/low-power* dan jaringan kontrol.

### 2.4 Xbee

XBee merupakan modul yang digunakan untuk komunikasi nirkabel menggunakan Zigbee Protokol dengan standar 802.15.4. XBee memiliki kemampuan untuk mengirimkan data secara *unicast* maupun secara *broadcast*. *Unicast* mengirimkan data pada salah satu alamat XBee tertentu, sedangkan *broadcast* mengirimkan data ke seluruh unit XBee yang memiliki komunikasi pada jaringan yang sama. Xbee memiliki dua jenis mode pengiriman data yaitu *Transparent (AT) mode* dan *Application Programing Interface (API) mode*. *AT mode* merupakan setting operasi default dari XBee pada pengiriman data, pada operasi mode ini, modul XBee menjadi seperti pengganti serial line. Data yang diterima dibariskan untuk transmisi RF data dan ketika RF data berhasil diterima, data dikirim melalui pin DO. Sedangkan *API mode* operasi pengiriman alternatif yang menggunakan frame dalam proses pengiriman datanya. Ketika dalam mode API, data yang dikirimkan dan diterima selalu berbentuk suatu frame tertentu yang memiliki konten RF data dan command frame. Dalam penerapannya xbee S1 memiliki jangkauan 30 meter di dalam ruangan dan 100 di luar ruangan serta hanya

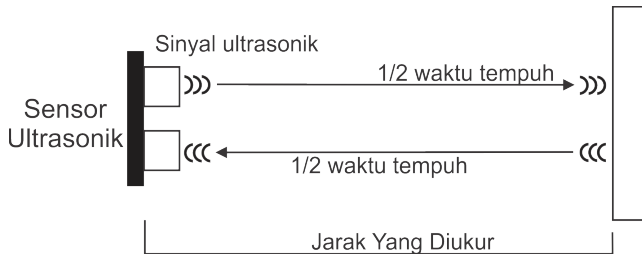
mendukung topologi *star* atau *point to multipoint*.

## 2.5 Single Board Computer Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer kecil yang memiliki harga yang relatif rendah, dan sangat mudah diakses dengan berbagai macam bahasa pemrograman seperti Python. Raspberry terdapat beberapa jenis yaitu tipe A dan B . Pada tipe A tidak memiliki port LAN, sedangkan pada tipe B memiliki port LAN. Raspberry Pi tipe B memiliki keuntungan untuk aplikasi pada konsep IoT dengan port LAN yang digunakan untuk berhubungan langsung dengan internet. Selain menggunakan port LAN Raspberry juga dilengkapi *wi-fi* untuk akses internet. Dengan karakteristik yang dimiliki oleh Raspberry Pi yang dapat terhubung langsung dengan internet melalui LAN, Raspberry Pi tepat untuk dijadikan *gateway* dalam jaringan IoT untuk berhubungan langsung dengan pengguna melalui Web Server. Raspberry Pi juga dilengkapi dengan GPIO yang merupakan sederet pin yang terdiri dari 40 pin[10]. Selain sebagai *input output* pada beberapa pin GPIO juga berfungsi sebagai komunikasi serial diantaranya I2C, SPI dan serial komunikasi UART [10].

## 2.6 Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor HC-SR04 mirip dengan radar



**Gambar 2.2:** Cara kerja sensor HC-SR04

ultrasonik pada kalelawar. Sensor HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu ultrasonic transmitter (pin *trig*) dan ultrasonic receiver (pin *echo*). Fungsi dari ultrasonic transmitter adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40

KHz kemudian ultrasonic receiver menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek, proses ini digambarkan pada gambar 2.2. sensor HC-SR04 mempunyai kisaran jangkauan maksimal 400-500cm [11].

Sinyal ultasonik dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz [11]. ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroller. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Selama menunggu sensor ultasonik akan menghasilkan sebuah pulsa. Ketika gelombang pantulan sampai di sensor ultrasonik (*echo*), pulsa akan berhenti dan pulsa dalam keadaan mati. Oleh karena itu, lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara sensor dengan objek. Selanjutnya mikrokontroler mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya kedalam jarak dengan persamaan 2.1 [11] :

$$S = \frac{0,034 \times t}{2} \quad (2.1)$$

dengan :

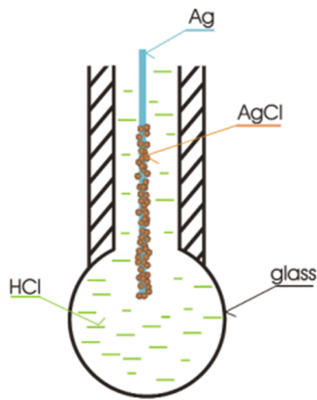
S = jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul)

t = selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

## 2.7 Sensor pH

Pada perencanaan sensor pemantauan derajat kesamaan (pH), sensor pH yang akan digunakan adalah jenis *Electroda* dari DF Robot. Sensor pH DF Robot merupakan sensor analog yang dirancang khusus untuk *mikrokontroller*. Sensor pH DF Robot dapat mengukur pH pada rentang 0 = 14 pH dengan tingkat akurasi +/- 0.1 pada suhu 25C.

Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa elektrode kaca (*glass electrode*) dengan mengukur jumlah ion  $H_3O^+$  di dalam larutan. Gambar 2.3 merupakan ilustrasi dari eletroda kaca. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca dengan tebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* dipasangkan dengan



**Gambar 2.3:** Skema elektroda kaca pH probe[12]

silinder kaca *non*-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan  $HCl(0, 1mol/dm^3)$ . Di dalam larutan  $HCl$ , terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang  $AgCl$ . Dengan konstananya jumlah larutan  $HCl$  pada sistem ini membuat elektrode  $Ag/AgCl$  memiliki nilai potensial stabil. Inti sensor pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif ( $H^+$ ) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali.

Inti sensor pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif ( $H^+$ ) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat *bulb* kaca ini terekspos air, ikatan  $SiO$  akan terprotonasi membentuk membran tipis  $HSiO^+$ .

Pada permukaan *bulb* terbentuk semacam lapisan gel sebagai tempat pertukaran ion  $H^+$ . Jika larutan bersifat asam, maka ion  $H^+$  akan terikat ke permukaan *bulb*. Maka akan menghasilkan muatan positif terakumulasi pada lapisan gel. Sedangkan jika larutan bersifat basa, maka ion  $H^+$  dari dinding *bulb* terlepas untuk bereaksi dengan larutan tadi. Hal ini menghasilkan muatan negatif pada dinding *bulb*.

Pertukaran ion hidronium ( $H^+$ ) yang terjadi antara permukaan *bulb* kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran jumlah ion  $H_3O^+$  di dalam larutan. Keseimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dua fase dinding kaca *bulb* dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya. Beda potensial didapat dengan rumus 2.2 [13].

$$E \approx \left| \frac{RT}{2,303F \log a(H_3PO^+)} \right| \quad (2.2)$$

dengan E adalah beda potensial dinding kaca *bulb*, R adalah konstanta molar gas yaitu 8,314 J/mol K, T merupakan temperatur dengan satuan Kelvin, F adalah konstanta Faraday sebesar 96.485,3 C/mol, 2,303 adalah angka konversi antara logaritma alami dengan umum, dan  $a(H_3O^+)$  adalah aktivitas dari hidronium yang mana dapat bernilai rendah ketika konsentrasinya rendah [13].

Pada temperatur 25C nilai yang didapat dari  $RT/2,303F$  mendekati angka 59,16 mV. 59,16 mV menjadi acuan setiap terjadi perubahan 1 satuan pH pada suhu konstan larutan 25C [13]. Sehingga, keluaran dari sensor pH merupakan milivolt dan perlu dikonversi menjadi nilai pH sesuai dengan yang ditampilkan pada tabel 2.1.

Untuk menentukan hubungan antara nilai pH dengan tegangan keluaran sensor pH digunakan metode regresi orde 3. Dari metode regresi yang digunakan didapat persamaan 2.3, dari persamaan 2.3 disederhanakan menjadi persamaan 2.4.

$$Y = 0X^3 + 0X^2 - 59.16 \times X + 414.1 \quad (2.3)$$

$$Y = -59.16 \times X + 414.1 \quad (2.4)$$

dengan Y adalah tegangan keluaran sensor pH dan X adalah nilai pH.

Pada mikrokontroller sensor pH akan melakukan pembacaan analog yang selanjutnya di konversi menjadi tegangan milivolt. Ni-

**Tabel 2.1:** Konfersi nilai keluaran elektroda pH dalam bentuk milivolt ke nilai pH [13]

Voltage (mV)	pH Value	Voltage (mV)	pH Value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

lai milivolt pada mikrokontroller didapat dengan persamaan 2.5.

$$E = \overline{da} \times nf \times 1023 \quad (2.5)$$

dengan  $\overline{da}$  adalah data rata-rata analog, nf adalah nilai VCC yang dimiliki arduino yaitu 5V. Setelah mendapat nilai pembacaan sensor dalam bentuk milivolt selanjutnya dikonversi menjadi nilai pH dengan persamaan 2.6.

$$pH = E \times 3.5 \quad (2.6)$$

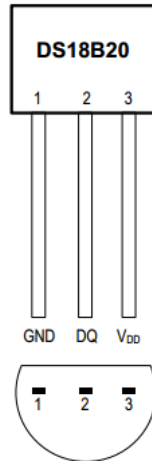
dimana maksimal beda potensial yang dimiliki pH probe adalah 3.5 V

## 2.8 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu yang dikeluarkan oleh Dallas semiconductor. DS18B20 merupakan sensor digital sehingga tidak diperlukan rangkaian ADC. Sensor DS18B20 memiliki nilai akurasi yang lebih baik daripada sensor LM35. Selain hal itu DS18B20 memiliki sifat *waterproof*. Untuk pembacaan sensor menggunakan protokol *one wire communication*.

Seperti pada gambar 2.4 DS18B20 memiliki tiga pin yang terdiri dari VDD (merah), GND (hitam), dan data *input/output* (kuning). GND akan terhubung dengan ground, VDD akan terhubung dengan 5V dan data *input/output* akan terhubung dengan pin Arduino, na-

mun ditambahkan resistor *pull-up* sebesar 4,7k. DS18B20 merupakan salah satu sensor yang praktis karena hanya membutuhkan satu pin I/O untuk bekerja dengan *mikrontroller*.



**Gambar 2.4:** Konfigurasi pin sensor DS18B20 [14]

Cara kerja sensor DS18B20 adalah konsep *direct-to-digital-temperature-sensor* untuk mendapatkan data konversi sensor maka master dalam hal ini mikrokontroller melakukan fungsi perintah untuk DS18B20. Perintah ini untuk menulis dan membaca memori pada DS18B20. Perintah fungsi DS18B20 seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.2. Fungsi dari perintah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Konversi T[44h]

Perintah ini merupakan penginisialisasian untuk proses pengkonversian temperatur. Hasil data temperatur disimpan dalam 2 *byte* register dalam memori *Scratchpad*. Setelah mikrokontroller melakukan perintah Konversi T[44h] maka DS18B20 akan merespon dengan mengirimkan bit 0 saat pengkonversian temperatur dalam proses dan mengirimkan bit 1 saat pengkonversian telah selesai [14].

2. Membaca *Scratchpad* [4Eh]



Dengan perintah ini memungkinkan mikrokontroller untuk membaca konten pada *Scratchpad* [14].

3. Menulis *Scratchpad*

Perintah ini memungkinkan mikrokontroller untuk menulis 3 *byte* data ke memori *Scratchpad* dimana 2 *byte* diisi oleh register TH, *byte* 3 oleh register TL, dan *byte* 4 oleh register konfigurasi [14].

4. Menyalin *Scratchpad*[48h]

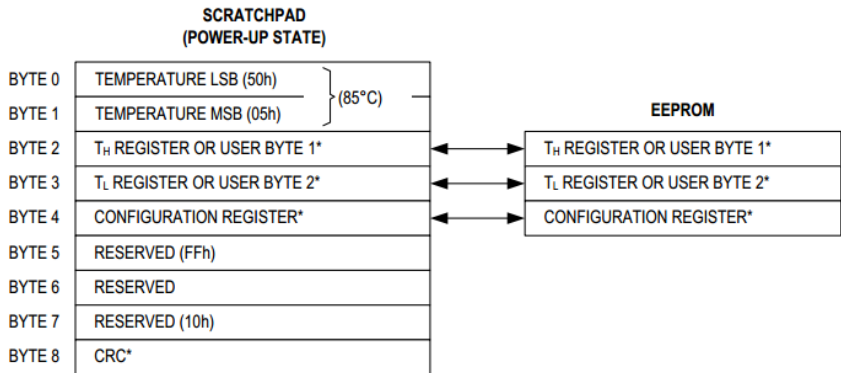
Perintah ini digunakan untuk menyalin konten pada *Scratchpad* yaitu register TH, TL, dan konfigurasi *byte* 2,3, dan 4 pada EEPROM [14].

5. Memanggil Kembali  $E^2$

Perintah ini untuk memanggil kembali nilai TH dan TL serta data konfigurasi dari EEPROM [14].

6. Membaca *power supply*

Perintah ini diberikan agar mikrokontroller melakukan perintah *time slot* [14].



\*POWER-UP STATE DEPENDS ON VALUE(S) STORED IN EEPROM.

**Gambar 2.5:** Peta memori *Scratchpad* DS18B20 [14]

Setelah mendapatkan menerima 9 *byte* data seperti pada Gambar 2.5 . Data tersebut di konversi menjadi *Raw* data dengan persamaan

**Tabel 2.2:** Tabel perintah fungsi DS18B20 [14]

Perintah	Deskripsi	Protokol	Aktifitas jalur 1 wire setelah diberi perintah
Perintah pengkonversian temperatur			
konversi T	Inisialisasi pengkonversian temperatur	44h	DS18B20 mengirimkan status pengkonversian kepada <i>master</i>
Perintah memori			
Membaca <i>Scratchpad</i>	Membaca semua yang ada di <i>Scratchpad</i>	Beh	DS18B20 mengirimkan data sampai 9 <i>byte</i> kepada <i>master</i>
Menulis <i>Scratchpad</i>	Menulis kedalam <i>Scratchpad</i> pada <i>bytes</i> 2, 3, dan 4	4Eh	<i>Master</i> mengirimkan 3 <i>byte</i> data kepada DS18B20
Menyalin <i>Scratchpad</i>	Menyalin data TH, TL, dan <i>register</i> konfigurasi dari <i>Scratchpad</i> ke EEPROM	48h	
Memanggil kembali $E^2$	Memanggil kembali data TH, TL, dan <i>register</i> konfigurasi dari EEPROM ke <i>Scratchpad</i>	B8h	DS18B20 mengirim status <i>recall</i> pada master
Membaca <i>power supply</i>	Membaca mode <i>power supply</i>	B4h	DS18B20 mengirim status <i>power supply</i> pada <i>master</i>

2.7 [14].

$$Data = ((HighByte \ll 8) + LowByte) \quad (2.7)$$

untuk menghasilkan nilai keluaran suhu dengan standart Celcius maka di konversi dengan persamaan 2.8 [14].

$$Temp = Data \times 0,0625 \quad (2.8)$$

dimana 0,0625 adalah koefisien konversi antara nilai internal sensor dan suhu sebenarnya - sesuai dengan resolusi 12 bit.

## 2.9 Modul Relay

(Relay) merupakan saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (sepe-

rangkat kontak saklar). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Salah satu fungsi dari *relay* yaitu digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari sinyal tegangan rendah atau *relay* dapat mengkonversi keluaran tegangan dari mikrocontroller sebesar 5V.

## 2.10 Solenoid Valve

*Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / solenoida [15]. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida.

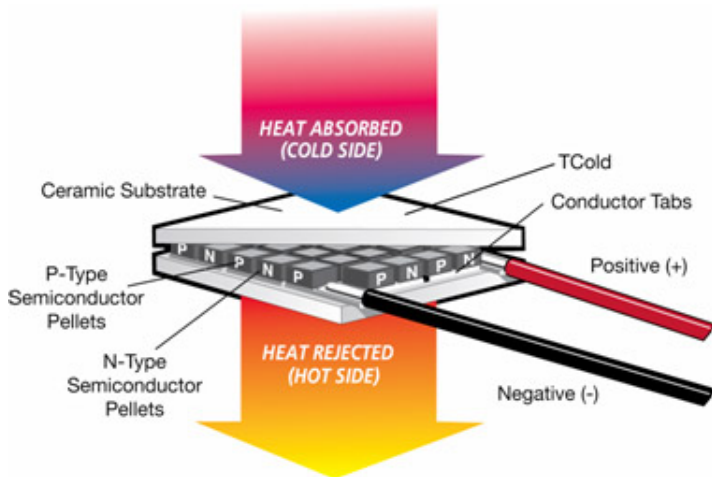
Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapatkan *supply* tegangan maka koil akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston berpindah posisi, maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* akan keluar cairan yang berasal dari *supply*.

## 2.11 Elemen Peltier

Peltier merupakan sebuah komponen yang tergolong *thermoelectric*, dimana ketika terjadi perbedaan suhu diantara kedua sisinya maka komponen ini mengubahnya menjadi besaran listrik, begtu juga sebaliknya , ketika suatu tegangan listrik diberikan kepada komponen ini, maka peltier dapat mengubah tegangan listrik menjadi dua suhu yang berbeda.

TEC menggunakan beberapa termokopel yang disusun secara seri untuk memudahkan perpindahan panas. Pada umumnya bagian luar peltier di lapisi dengan sejenis keramik tipis. Material tersebut merupakan semi konduktor yang didalamnya ditambahkan suatu zat tambahan. Zat tambahan tersebut bertujuan untuk memberikan kelebihan elektron bebas (*N-type semiconductor* atau memberikan kekurangan elektron bebas (*P-type semiconductor* [16].

Elemen peltier memiliki dua sisi dimana satu sisi bertindak sebagai bagian panas dan sisi lainnya sebagai bagian dingin. Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6 elektron dari material yang kekurang-



**Gambar 2.6:** Cara kerja peltier [17]

an elektron (*P-type material*) bergerak ke material yang kelebihan elektron (*N-type material*) [16]. Dalam keadaan ini maka konektor akan menyerap energi sehingga sisi ini akan menjadi sisi dingin dari peltier. Disisi lainnya, ketika elektron bergerak dari *N-type* menuju *P-type*, maka pada konektor akan melepas energi sehingga sisi ini menjadi sisi panas dari peltier. Semakin besar arus yang diberikan dan semakin besar sisi panas dari peltier yang dibuang maka sisi dingin akan bertambah dingin [16].

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

### 3.1 Desain Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemantauan dan pengendalian pada sistem Hidroponik NFT dengan prinsip *Internet of Things (IoT)* dan berbasis *Wireless Sensor Network* yang selanjutnya divisualisasikan menggunakan *mobile application* berbasis Android.

Untuk memenuhi persyaratan arsitektur perangkat keras dari *Wireless Sensor Network* dan *Internet of Things (IoT)*, sistem ini terdiri dari tiga bagian dasar, yaitu *source node*, *sink* dan *database server*.

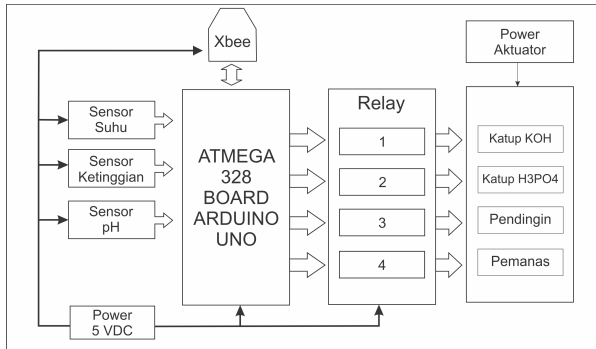
#### 1. *Source Node*

Pada bagian ini terdiri dari beberapa komponen yaitu :sensor suhu, sensor pH, sensor ultrasonik (untuk mengukur kedalaman air), mikrokontroller Atmega 328 dengan board Arduino Uno yang di integrasikan dengan xbee, *relay*, *solenoid valve*, serta pendingin.

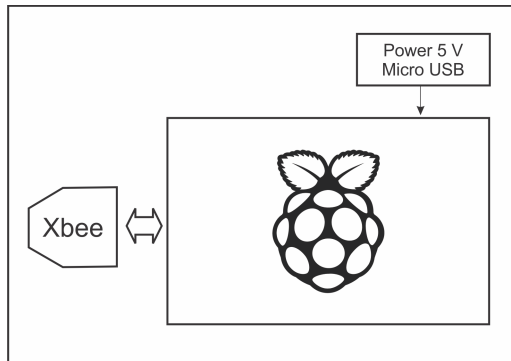
Mikrokontroller ini di bangun dengan *digital/analog input/output ports*. Gambar 3.1 menunjukkan *layout hardware source node* yang terdiri dari sensor ketinggian air, sensor suhu, sensor pH, *valve*, dan pengingin hidroponik. Mikrokontroler akan mengumpulkan data kondisi suhu, pH dan kedalaman air serta mengoperasikan katup larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, katup larutan KOH, pemanas dan pendingin. Mikrokontroller mengumpulkan dan mengirimkan data sensor serta menerima parameter kontrol menggunakan jaringan *Zigbee*.

#### 2. *Sink*

*Sink* dapat terhubung dengan beberapa *source node*. *Sink* berfungsi untuk memproses data yang di dapat dari *source node* untuk selanjutnya di *upload* ke server menggunakan internet.



**Gambar 3.1:** Blok sirkuit diagram *source node*



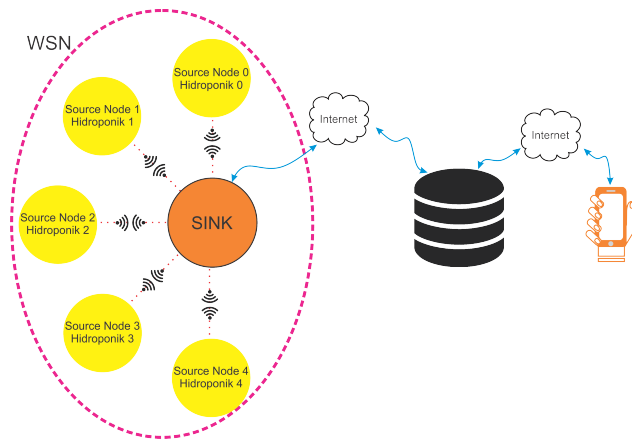
**Gambar 3.2:** Blok diagram *sink*

*Sink* atau *gateway* terdiri dari *Single Board Computer (SBC)* Raspberry pi yang terhubung secara serial dengan Zigbee. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2 blok diagram *sink*. *Sink* akan menerima semua data sensor dari setiap *source node* yang terhubung untuk selanjutnya dikirim ke server. Selain itu *sink* akan mengirimkan parameter kontrol dari server yang ke semua *source node*.

### 3. Database Server

*Database Server* merupakan penyimpanan data atau su-

sunan *record* setiap data sensor serta data parameter kontrol dan data informasi hidroponik yang dikirim oleh pengguna. Gambar 3.3 merupakan gambaran umum keseluruhan sistem. Data sensor yang terdapat pada *database server* selanjutnya akan diakses oleh pengguna melalui *Smartphone* Android yang dimilikinya. *Database server* juga akan menerima masukan parameter kontrol yang dikirimkan oleh pengguna untuk selanjutnya dikirim ke *sink* yang akan diteruskan ke setiap *source node*.



**Gambar 3.3:** Gambaran umum sistem kerja

## 3.2 Alur Kerja

Pada tahap ini menjelaskan mengenai rancangan sistem secara rinci. Rancangan sistem perangkat lunak menggunakan pustaka Arduino untuk pembacaan sensor dan kontrol pada *source node*, bahasa pemrograman python pada gateway dan pustaka Android untuk pembuatan aplikasi android. Secara keseluruhan gambaran umum sistem kerja ditunjukkan dengan Gambar 3.3 yang meliputi :

1. **Pemrosesan pada *source node***
  - (a) Pengambilan data
  - (b) Pengiriman data ke *sink*



- (c) Penerimaan parameter kontrol dari *sink*
- (d) Proses kontrol
- 2. **Pemrosesan data di *sink***
  - (a) Penerimaan data dari *source node* dan pengiriman data ke *database server*
  - (b) Pengambilan parameter kontrol dari *database server* dan pengiriman data ke *source node*
- 3. **Pengolahan *database server***
  - (a) Pengolahan data sensor
  - (b) Pengiriman data parameter kontrol
- 4. ***Visuliasasi di Smart phone Android***
  - (a) Pengambilan data sensor
  - (b) Pengiriman data parameter kontrol ke server

### 3.3 Pemrosesan Data di *Source Node*

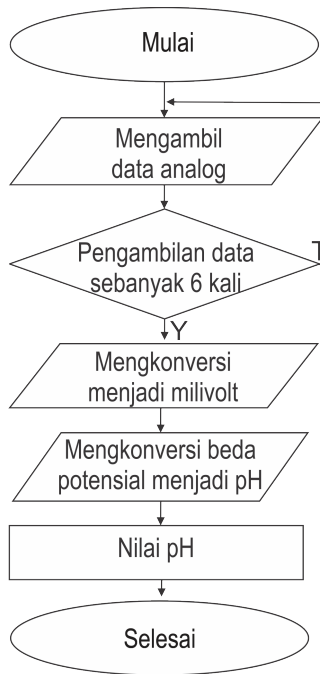
Pada tahapan pemrosesan data di *source node* dilakukan untuk mendapatkan data dari setiap sensor untuk selanjutnya dikirimkan ke *sink* dan *source node* mendapatkan data parameter kontrol dari *sink* .Berikut ini adalah proses-proses yang dilakukan pada *source node* :

#### 3.3.1 Akusisi Data Sensor

Data masukan yang digunakan adalah hasil perekaman sensor – sensor yang diletakkan pada tandon air sistem hidroponik *NFT.source node* yang diletakkan pada setiap tandon hidroponik membaca kondisi pH air, kondisi suhu air dan kedalaman air melalui sensor pH , sensor suhu dan sensor hcsr04.

##### 3.3.1.1 Akusisi Data Sensor pH

Sensor pH akan melakukan pembacaan analog. Data analog yang didapat di konversi menjadi mili volt dengan mengambil pembacaan *sampling* data sebanyak 6 kali dan di rata – rata. Dari rata – rata yang di dapat akan di konversi menjadi nilai milivolt dengan persamaan 2.5. Setelah mendapatkan data dengan nilai milivolt, data di konversi menjadi nilai pH dengan persamaan 2.6. Diagram alir proses akusisi data sensor pH seperti yang digambarkan Gambar 3.4.

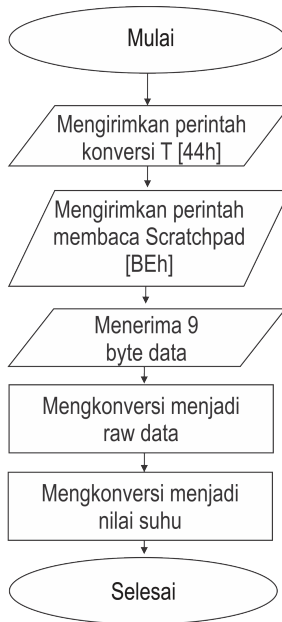


**Gambar 3.4:** Akusisi data sensor pH

### 3.3.1.2 Akusisi Data Sensor Suhu

Untuk mendapatkan nilai pengukuran suhu, mikrokontroller akan mengirimkan perintah Konversi T[44h] kepada sensor DS18B20. Ketika sensor menerima perintah tersebut, sensor akan memulai mengambil data pengukuran dengan menghasilkan 2 byte data. Proses ini butuh waktu kurang lebih 750 milidetik. Hasil dari pengukuran tersebut disimpan dalam *Scratchpad*. Setelah data tersimpan dalam *Scratchpad*, mikrokontroller akan mengirimkan perintah membaca *Scratchpad* [BEh] dan akan menghasilkan 9 byte data seperti pada Gambar 2.5. Data tersebut akan diubah menjadi *Raw* data menggunakan persamaan 2.7. Selanjutnya data yang dihasilkan oleh *Raw* data akan di konversi menjadi nilai suhu Celcius menggunakan persamaan 2.8. Diagram alir proses akusisi data sen-

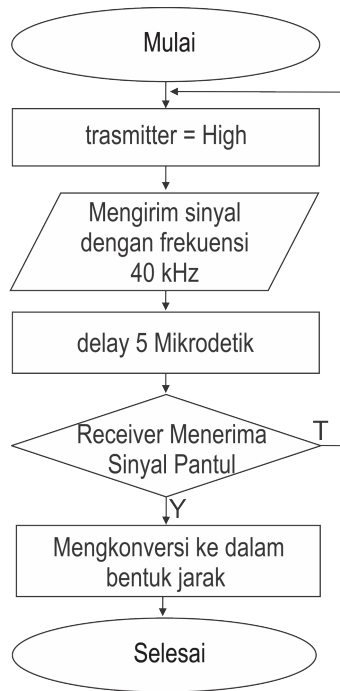
sor suhu DS18B20 seperti yang digambarkan Gambar 3.5.



**Gambar 3.5:** Akusisi data sensor suhu DS18B20

### 3.3.1.3 Akusisi Data Sensor HCSR04

Sensor akan mendapatkan pulsa *trigger* (*High Pulse*) selama 5 mikro detik. Ketika sinyal mengenai objek maka sinyal akan dipantulkan kembali. Sinyal akan ditangkap oleh *receiver* pada sensor. Jika *receiver* pada sensor menerima sinyal pantulan dari objek maka waktu antara pengiriman sinyal dan penerimaan sinyal akan dikonversikan kedalam satuan jarak sesuai dengan persamaan 2.1. Apabila *receiver* pada sensor tidak menerima sinyal pantul maka sensor tetap akan mengirimkan sinyal kepada objek. Diagram alir proses akusisi data sensor HCSR04 seperti yang digambarkan Gambar 3.6.



**Gambar 3.6:** Akusisi data sensor HC-SR04

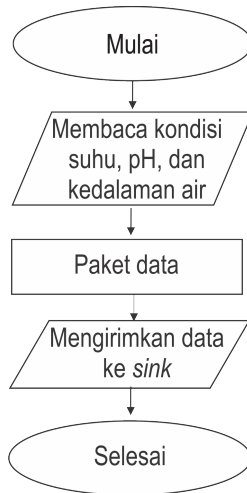
**Tabel 3.1:** Format data *source node* ke *sink*

0	1	2	3	4	5
Id source node	Batas ketinggian air	Batas suhu atas	Batas suhu bawah	Batas pH atas	Batas pH bawah

### 3.3.2 Pengiriman Data Sensor ke *Sink*

Dengan modul XBee, data yang di dapat dikemas dalam satu *frame* paket data. Format pengiriman data sensor ke *sink* seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.1. Pada *array* nomor 0 berisi id *source node*, *array* nomor 1 sampai dengan nomor 3 berisi hasil akusisi data sensor, sedangkan *array* nomor 5 sampai dengan *array* nomor 8 masing masing berisi kondisi kedalaman air dalam batas aman atau tidak, kondisi pendingin, kondisi pemanas, kondisi katup

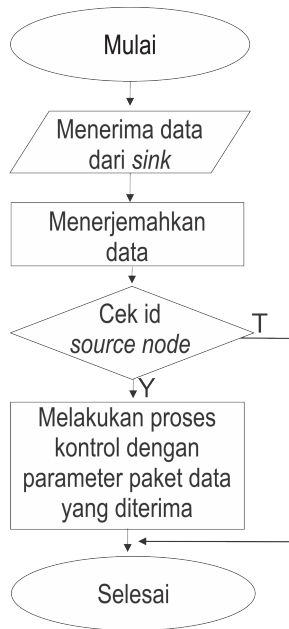
H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, serta kondisi katup KOH dalam keadaan *on/off*. Proses pengiriman data di digambarkan pada Gambar 3.7



**Gambar 3.7:** Alur pengiriman data pada *source node*

### 3.3.3 Penerimaan Data Paramter Kontrol dari *Sink*

*Slave Node* menerima paket data hasil broadcast dari *sink* atau *gateway* yang berisikan data parameter kontrol dari hasil masukan pengguna. Panjang data yang diterima *source node* sama dengan panjang banyaknya karakter pada data yang dikirimkan oleh *gateway*. Setelah menerima paket data *source node* akan menerjemahkan paket data yang diterima. Data *array* pertama pada paket data yang diterima berisi *id source node*. *source node* akan melakukan pengecekan terhadap *id source node* yang diterima. Jika *id source node* sesuai dengan *id* yang dimiliki *source node*. Jika *idnode* yang diterima tidak sesuai dengan *id* yang dimiliki *source node* maka *source node* tidak akan mengabaikan paket data yang diterima. Diagram alir dari proses penerimaan data pada *source node* dapat diamati pada Gambar 3.8.



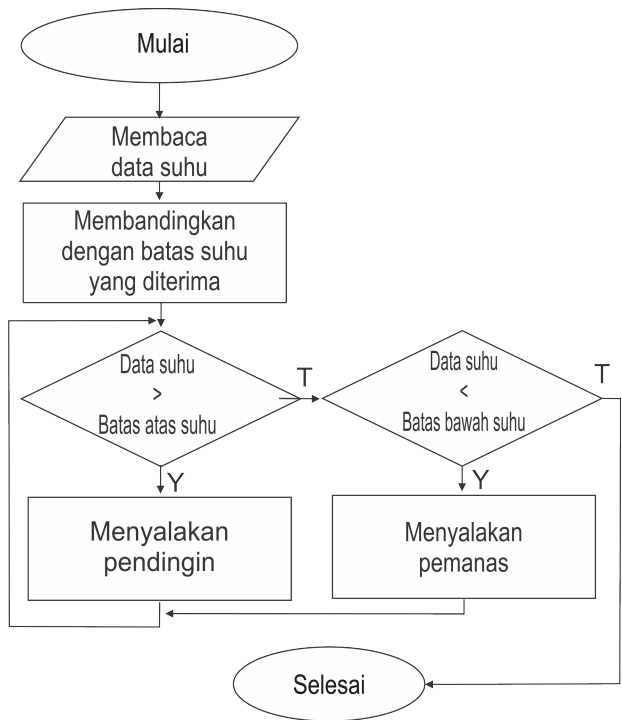
**Gambar 3.8:** Alur penerimaan data pada *source node*

### 3.3.4 Pemrosesan Kontrol

Data parameter kontrol yang di kirimkan oleh *sink* akan digunakan untuk proses kontrol. Jika data suhu lebih dari batas suhu maksimal yang dikirimkan *sink*, maka sistem akan menyalakan pendingin sampai suhu kurang dari batas suhu maksimal. Sedangkan, jika data suhu kurang dari batas suhu minimal yang dikirimkan oleh *sink* maka pemanas akan menyala sampai suhu berada di atas batas suhu minimal. seperti yang digambarkan Gambar 3.9 . Jika data ketinggian air kurang dari batas ketinggian air *minimal* yang dikirimkan *sink*, maka sistem akan mengirimkan pesan tidak aman ke *sink*. Sedangkan, jika data ketinggian air lebih dari batas ketinggian air *minimal* yang dikirimkan *sink*, maka sistem akan mengirimkan pesan aman ke *sink* seperti yang digambarkan Gambar 3.10.

Jika data pH lebih dari data batas atas pH yang dikirimkan *sink*, maka katup pengontrol  $H_3PO_4$  akan menyala dan menyemp-

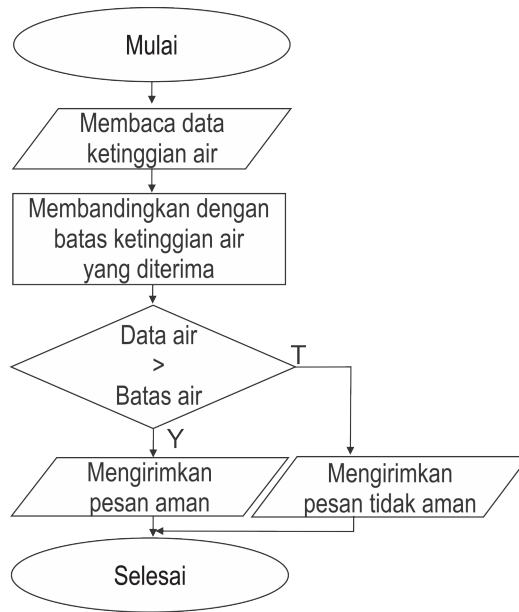
rotkan larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ke dalam tandon sampai mencapai pH ideal. Sedangkan, jika data pH kurang dari data batas bawah pH yang dikirimkan *sink*, maka katup pengontrol KOH akan menyala dan menyembrotkan larutan KOH ke dalam tandon sampai mencapai pH ideal seperti yang digambarkan Gambar 3.11.



**Gambar 3.9:** Proses kontrol suhu

### 3.4 Pemrosesan Data di *Sink*

*Sink* memproses data yang diterima dari *source node* untuk memastikan data – data dapat diolah. *Sink* melakukan pemecahan paket data dari keseluruhan paket data yang diterima. Selanjutnya data dimasukkan ke variabel untuk dikirimkan ke *database server*. Setelah itu gateway mendapatkan balasan berupa data parameter



**Gambar 3.10:** Proses ketinggian air

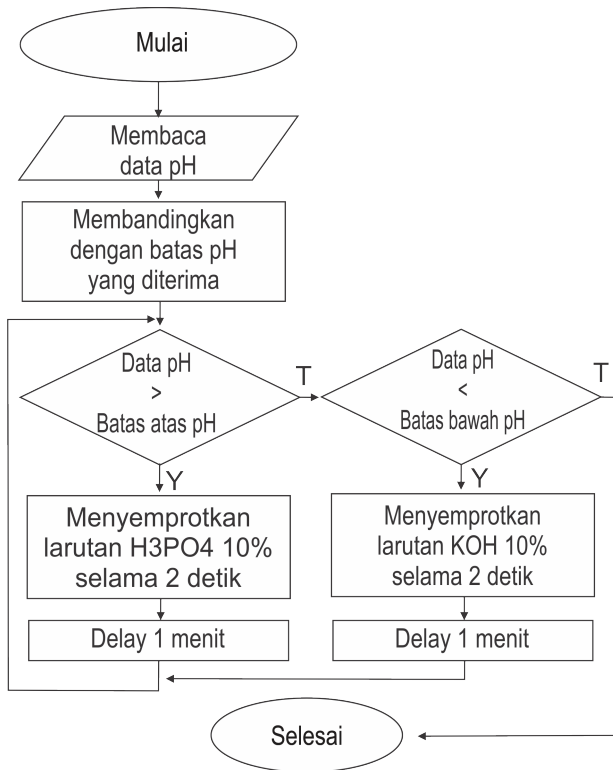
kontrol dari *database server* dan dikirimkan ke setiap *source node*.

### 3.4.1 Pemrosesan Data Sensor oleh *sink*

*Frame* yang telah diterima oleh *sink* tersebut berisi *id source node*, data sensor, kondisi kedalaman air dalam batas aman atau tidak, kondisi katup H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, kondisi katup KOH, serta kondisi pendingin di proses dan diterjemahkan ke dalam bentuk variabel string agar dapat dikirimkan ke server. Ketika *sink* tidak menerima rf data perlakuan proses pada gateway tidak dilanjutkan, sehingga dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu. Diagram alir untuk proses pengiriman data ke server dari gateway dapat diamati pada Gambar 3.12.

Setelah pemrosesan data dilakukan, maka pengiriman data ke server dilakukan. Data yang dikirimkan adalah pH, suhu, kedalaman air, kondisi kedalaman air dalam batas aman atau tidak, kondisi katup H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, kondisi katup KOH, kondisi pendingin, dan identitas

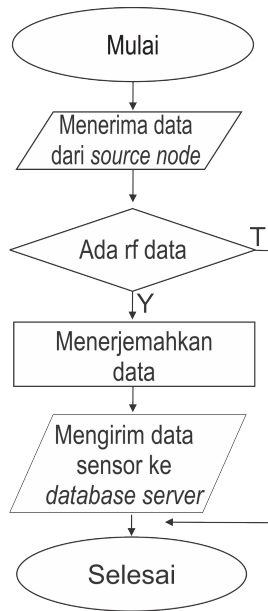




**Gambar 3.11:** Proses kontrol pH

*source node* yang mengirim data. Identitas tersebut berguna pada saat pengambilan data oleh *Smart phone* pengguna dan pengiriman parameter kontrol .

Pengiriman data dari gateway ke server dilakukan dengan menggunakan metode *GET*, metode *GET* mengirimkan pesan request untuk mengirimkan data ke URL tertentu. *URL* yang dituju adalah alamat program PHP script yang tersimpan pada server untuk diakses. Dalam program tersebut terdapat perintah perintah yang dibutuhkan dalam memasukan data ke *database server*.



**Gambar 3.12:** Alur pengiriman data pada *sink* ke *database server*

### 3.4.2 Pemrosesan Parameter Kontrol oleh *Sink*

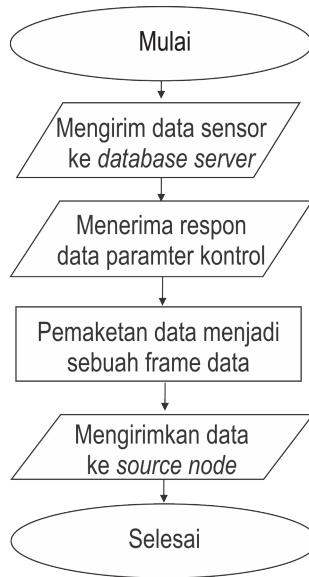
Setelah pengguna *submit* selanjutnya data tersebut akan diambil oleh *sink* untuk selanjutnya dikirim ke *source node*. Proses pengambilan data tabel *data\_parameter* di *database server* oleh *sink* merupakan respon yang diterima oleh *sink* pada saat *sink* mengirimkan *data\_sensor* yang di dapat dari *source node*. Data yang diambil pada *database server* merupakan data yang memiliki *id source node* sama dengan *source node* serta merupakan data parameter kontrol terakhir yang di *submit* oleh pengguna.

Data yang diambil berbentuk variabel - variabel tertentu selanjutnya dijadikan sebuah data dalam satu *frame* dengan format seperti pada Tabel 3.2. Pada *array* nomor 0 berisi *id source node* dan *array* nomor 1 sampai dengan *array* nomor 4 masing masing berisi batas maksimal kedalaman air, batas suhu atas yang diinginkan oleh pengguna, batas suhu bawah, batas atas pH,serta batas bawah

**Tabel 3.2:** Format data *sink* ke *source node*

0	1	2	3	4	5
Id source node	Batas ketinggian Air	Batas suhu atas	Batas suhu bawah	Batas pH atas	Batas pH bawah

pH . Paket data tersebut dikirimkan ke semua *source node* dengan metode *broadcast*. Diagram alir pengiriman parameter kontrol oleh *sink* ke *source node* pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13:** Alur pengiriman parameter kontrol oleh *sink* ke *source node*

### 3.5 Pengolahan *Database Server*

*Database server* yang digunakan berbasis *cloud* dengan *url* : *computer-its.com*. Pada *database server* disiapkan sebuah *database* yang berisi dua buah tabel yaitu tabel *data\_sensor* dan *data\_paramter*. Tabel *data\_sensor* berfungsi untuk menerima *data\_sensor* dari setiap *source node*. Sedangkan, tabel *data\_parameter* berfungsi menerima masuk data parameter kontrol dari pengguna.

#### 3.5.1 Pengolahan Data Sensor

Pada tabel *data\_sensor* terdapat sebelas kolom seperti yang ditampilkan oleh Tabel 3.3. Kolom pertama berisi *id data* diatur *Auto\_Increment* sehingga secara otomatis akan bertambah apabila terdapat data baru. Kolom kedua berisi waktu yang secara otomatis diperbarui sesuai waktu yang terdapat pada *database server*. Kolom ketiga berisi *id source node* setiap *source node*. Kolom keempat berisi data sensor kedalaman air dengan tipe data *decimal 8,2* . Kolom kelima berisi pembacaan data sensor kondisi suhu dengan tipe data *integer* karena data yang dikirimkan oleh *source node* berubah integer. Kolom keenam berisi data sensor pH dengan tipe data *decimal 8,2* . Kolom ketujuh sampai dengan kolom kesebelas berisi data kondisi air dalam keadaan aman atau tidak, kondisi katup *H3PO4* dalam keadaan *on/off*, kondisi katup *KOH* dalam keadaan *on/off*, kondisi pemanas dalam keadaan *on/off*, serta kondisi pendingin dalam keadaan *on/off*.

Data yang diterima pada server berupa sebuah string yang dititipkan pada pesan request menggunakan metode *GET*. Data tersebut didefinisikan ke sebuah variabel masing-masing yang berisikan data yang dimaksud.

Data pada tabel *data\_sensor* selanjutnya diakses oleh *Smart phone* pengguna dengan menggunakan metode *GET*.

#### 3.5.2 Pengolahan Data Parameter Kontrol

Pada tabel *data\_parameter* terdapat delapan buah kolom seperti yang ditampilkan oleh Tabel 3.4. Kolom pertama merupakan *id data*, *id* diatur *Auto\_Increment* sehingga secara otomatis akan bertambah apabila terdapat masukan data parameter kontrol baru dari pengguna. Kolom kedua berisi waktu yang secara otomatis di-

**Tabel 3.3:** Struktur tabel data\_sensor

No	Nama kolom	Type data
1	id	int(11)
2	waktu	timestamp
3	idnode	int(11)
4	air	decimal(8,2)
5	suhu	decimal(8,2)
6	ph	decimal(8,2)
7	kon1	int(1)
8	kon2	int(1)
9	kon3	int(1)
10	kon4	int(1)
11	kon5	int(1)

perbarui sesuai waktu yang terdapat pada *database server*. Kolom ketiga merupakan *id source node* sehingga data paramater kontrol yang dikirim oleh pengguna akan dikirimkan ke *source node* yang memiliki id sama dengan *id source node*. Kolom keempat berisi batas ketinggian air yang dikirimkan pengguna. Kolom kelima berisi data masukan berupa batas maksimal suhu air yang diinginkan pengguna. Kolom keenam berisi data masukan berupa batas minimal suhu air. Kolom keenam berisi data masukan berupa batas atas pH air yang diinginkan pengguna. Kolom ketujuh berisi data masukan berupa batas bawah pH air yang diinginkan pengguna .

Sama halnya dengan tabel data\_sensor data yang diterima pada tabel data\_parameter berupa sebuah string yang dititipkan pada pesan *request* dengan menggunakan metode *GET*. Data tersebut didefinisikan ke sebuah variabel masing-masing yang berisikan data yang dimaksud. Data pada tabel data\_parameter selanjutnya akan diambil oleh sink yang dititipkan pada pesan *response* dengan menggunakan metode *GET*. Data diambil setiap saat *sink* mengirimkan *request* data pembacaan pada *source node*.

### 3.5.3 Pengolahan Data Hidro

Pada tabel data\_hidro terdapat enam buah kolom seperti yang ditampilkan oleh Tabel 3.5. Kolom pertama merupakan *id source*

**Tabel 3.4:** Struktur tabel data\_parameter

No	Nama kolom	Type data
1	id	int(11)
2	waktu	timestamp
3	idnode	int(11)
4	kon1	decimal(8,2)
5	kon2	decimal(8,2)
6	kon3	decimal(8,2)
7	kon4	decimal(8,2)
8	kon5	decimal(8,2)

**Tabel 3.5:** Struktur tabel data\_posisi

No	Nama kolom	Type data
1	idnode	int(3)
2	nama	varchar(255)
3	jenis	varchar(255)
4	waktutanam	date
5	latitude	double
6	longitude	double

*node*, *id node* diatur sebagai *primary key* dan bersifat sehingga *id source node* berbeda antara baris satu dengan baris lainnya . Apabila *id source node* sudah ada maka data yang ada akan di perbarui dengan data masukan pengguna yang terbaru. Apabila *id source node* belum ada maka data masukan pengguna akan ditambahkan ke dalam baris baru. Kolom kedua merupakan nama hidroponik . Kolom ketiga merupakan jenis tanaman. Kolom keempat merupakan waktu mulai tanam hidroponik. Kolom kelima dan keenam berisi *latitude* dan *longitude*.

Data yang diterima pada tabel data\_hidro merupakan data yang dikirimkan oleh pengguna yang dititipkan pada pesan request menggunakan metode *GET*. Data yang terdapat pada tabel data\_hidro akan digunakan untuk menunjukkan posisi hidroponik serta informasi hidroponik kepada pengguna melalui Aplikasi.

### 3.6 Pembuatan *User Interface* Berbasis Aplikasi Android

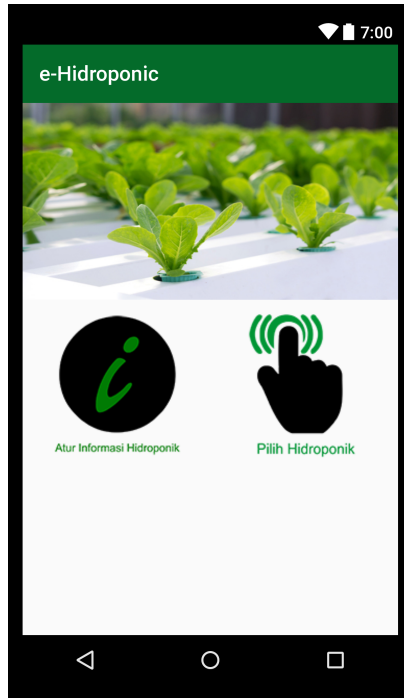
*User-interface* digunakan sebagai media interaksi antara *source node* dengan pengguna. *User-interface* ini diberi nama e-Hidroponik dan diimplementasikan di dalam piranti Android. Sehingga dibutuhkan beberapa fungsi yang dapat menyajikan data yang dapat dimengerti oleh pengguna dan dapat berinteraksi agar *source node* dapat bekerja sesuai dengan keinginan dari pengguna. e-Hidroponik berfungsi sebagai pemberi informasi dan mengirimkan data parameter kontrol sesuai keinginan pengguna. e-Hidroponik dibagi menjadi beberapa *scene* yaitu halaman awal, halaman atur informasi hidroponik, halaman pilih hidroponik, halaman menu, halaman *monitoring* hidroponik, halaman kontrol hidroponik, dan halaman history hidroponik.

#### 3.6.1 Halaman Awal e-Hidroponik

Halaman awal aplikasi *e-Hidroponik* adalah Main Menu, yang didalamnya terdapat dua buah tombol yaitu Atur Informasi Hidroponik dan Pilih Hidroponik seperti yang ditampilkan Gambar 3.14. Kedua buah tombol ini berfungsi sebagai penghubung antara Main Menu dengan *scene* lainnya. Ketika menekan tombol Atur Informasi Hidroponik pengguna aplikasi akan dihubungkan langsung ke *scene* Atur Informasi Hidroponik, dengan demikian pengunjung dapat mengatur informasi terhadap hidroponik yang dimilikinya sesuai dengan *id source node* yang tersedia. Tombol Pilih Hidroponik berfungsi untuk menghubungkan Main Menu dengan *scene* Pilih Hidroponik.

#### 3.6.2 Halaman Atur Informasi Hidroponik

Pada halaman Atur Informasi Hidroponik pengguna untuk melakukan masukan beberapa informasi. Halaman Atur Informasi Hidroponik seperti yang ditampilkan Gambar 3.15. Pengguna akan diminta melakukan pemilihan *id source node* yang tersedia. Selain itu pengguna juga diminta untuk melakukan masukan informasi diantaranya nama hidroponik, jenis tanaman yang di tanam, dan tanggal tanam serta posisi dimana hidroponik ditempatkan. Pengguna akan disajikan peta untuk menentukan posisi hidroponik. Dengan menek-



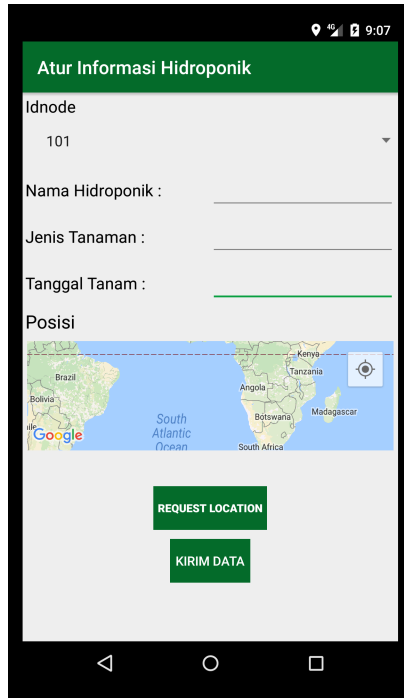
**Gambar 3.14:** Halaman awal aplikasi e-Hidroponik

an tombol *Request Location* pengguna akan mendapatkan *latitude* dan *longitude* posisi hidroponik. Ketika semua informasi diisikan pengguna dapat melakukan pengiriman informasi hidroponik ke *database server* dengan menekan tombol Kirim Data. Apabila data informasi tidak terisi semua maka pengguna tidak dapat melakukan pengiriman informasi ke *database server*.

### 3.6.3 Halaman Pilih Hidroponik

Halaman Pilih Hidroponik akan muncul setelah pengguna menekan tombol Pilih Hidroponik pada Halaman Awal. Pada Halaman Pilih Hidroponik akan disajikan peta seperti Gambar 3.16. Peta tersebut berisi *marker* posisi setiap hidroponik. Posisi marker sesuai dengan posisi hidroponik yang diatur oleh pengguna pada halaman



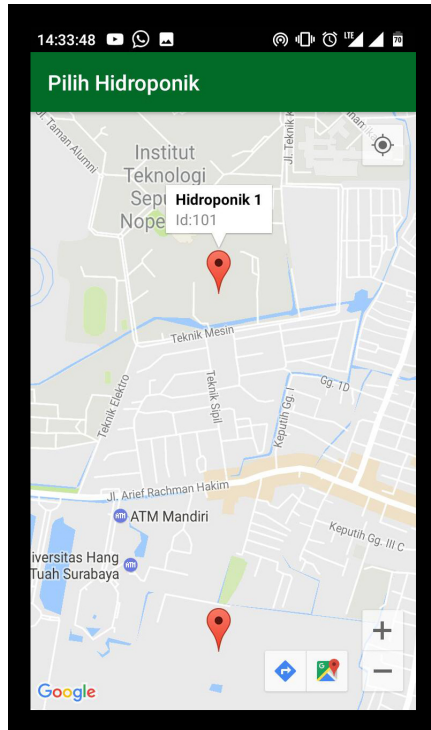


**Gambar 3.15:** Halaman atur informasi hidroponik aplikasi e-Hidroponic

Atur Informasi Hidroponik. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam memilih hidroponik yang akan di pantau dan di kontrol. Halaman Pilih Hidroponik akan mengirimkan pesan *request* ke database server untuk mendapatkan semua informasi hidroponik diantaranya *id source node*, nama hidroponik, serta posisi hidroponik yang meliputi *latitude* dan *longitude*.

### 3.6.4 Menu Hidroponik

Menu Hidroponik akan muncul setelah pengguna memilih hidroponik yang akan di pantau dan di kontrol pada halaman Pilih Hidroponik. Pada menu hidroponik terdapat tiga tombol yaitu tombol monitoring hidroponik, kontrol hidroponik, dan *history*. Tampilah menu hidroponik seperti yang ditampilkan Gambar 3.17.



**Gambar 3.16:** Halaman pilih hidroponik pada aplikasi e-Hidroponic

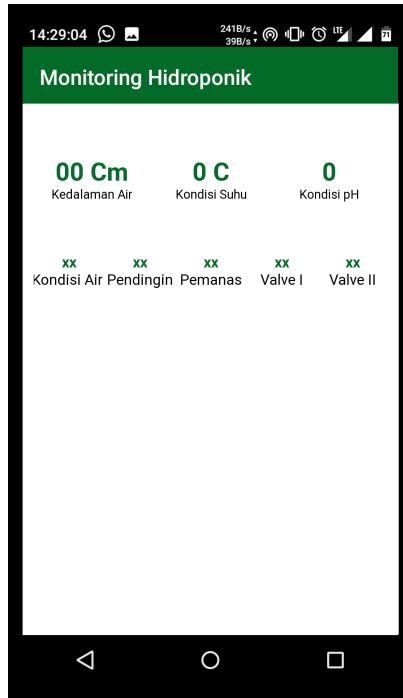
Apabila pengguna menekan tombol monitoring hidroponik maka pengguna akan ditampilkan halaman monitoring hidroponik sehingga pengguna dapat melakukan pemantau terhadap pH air, suhu, dan ketinggian air pada tandon hidroponik. Apabila pengguna menekan tombol kontrol hidroponik maka pengguna akan ditampilkan halaman kontrol Hidroponik. Pada halaman kontrol hidroponik, pengguna dapat melakukan pengiriman data parameter kontrol ke *database server*. Sedangkan apabila pengguna menekan tombol *history*, pengguna akan ditampilkan history data sensor yang disimpan di *database server*.



**Gambar 3.17:** Halaman menu hidroponik e-Hidroponic

### 3.6.5 Halaman *Monitoring* Pada Aplikasi e-Hidroponic

*User interface monitoring* merupakan salah satu menu yang ada pada aplikasi Android. Pada halaman ini akan menyajikan data sensor dari *database server*. Tampilan halaman *monitoring* seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.18 Proses pengambilan data sensor dari *database server* menggunakan *id source node* yang telah dipilih oleh pengguna. *Smart phone* pengguna akan mengirimkan pesan *request* ke database server yang berisi *id source node*. Selanjutnya *Smart phone* pengguna akan mendapatkan pesan *response* berubah data sensor, kondisi valve, dan kondisi pendingin sesuai dengan *id source node* yang dipilih serta data sensor yang terakhir yang diterima *database server*. *Smart phone* pengguna akan mela-

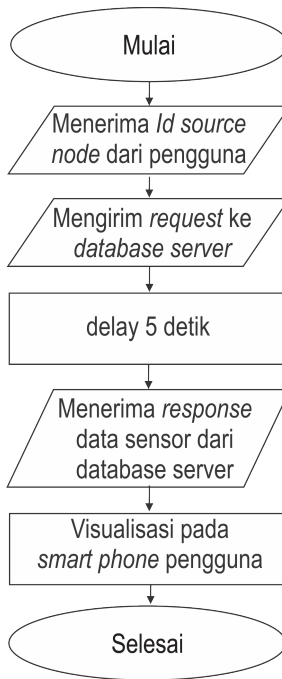


**Gambar 3.18:** Halaman *monitoring* hidroponik pada aplikasi e-Hidroponic

kukan pengiriman pesan *request* ke *database server* setiap 5 detik. Diagram alir untuk proses pengambilan data dari *Database Server* serta visualisasi data dapat diamati pada Gambar 3.19

### 3.6.6 Halaman Kontrol Hidroponik Pada Aplikasi e-Hidroponic

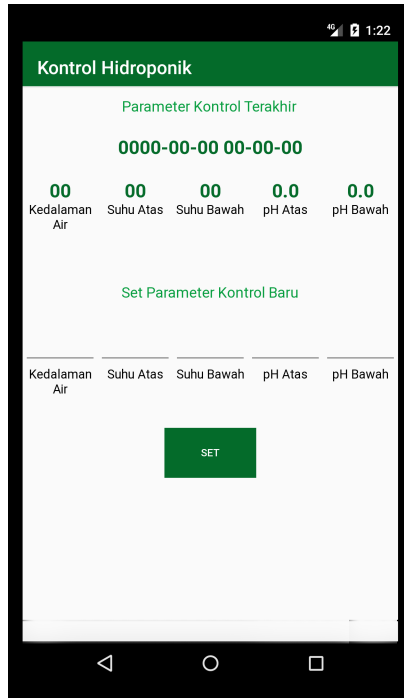
Pada menu kontrol hidroponik pengguna akan dapat mengirimkan data parameter kontrol ke setiap hidroponik yang dimilikinya. Pada proses pengiriman data parameter kontrol sama dengan konsep pengambilan data sensor dari *database server*. Tampilan halaman kontrol hidroponik seperti yang digambarkan Gambar 3.20.



**Gambar 3.19:** Pengambilan data sensor dari *database server*

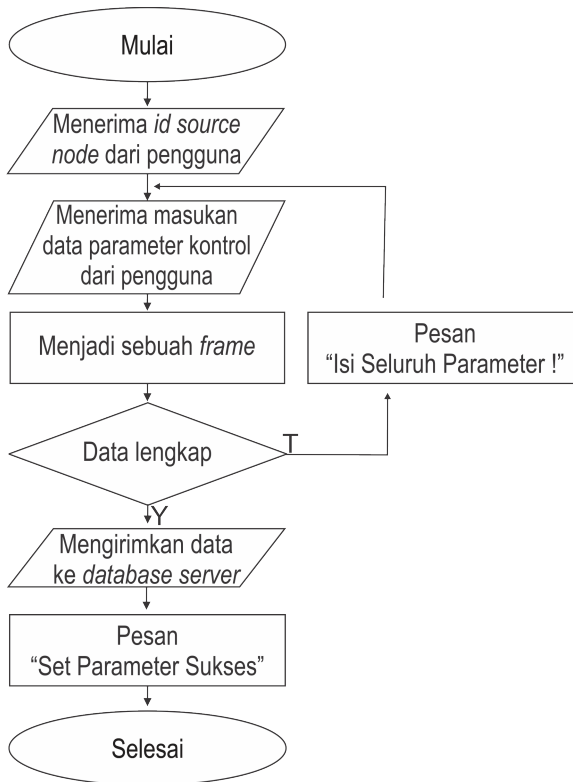
Pengguna akan melakukan masukan untuk batas ketinggian air minimal, batas maksimal suhu, batas pH bawah serta batas pH atas. Semua data akan dijadikan satu dalam satu *frame* yang berisi *id source node* serta data parameter kontrol masukan pengguna. Sebelum data dikirim akan dilakukan pengecekan. Apabila data yang dikirim tidak lengkap maka data tidak dapat dikirim dan sistem akan memberikan pesan. Sedangkan apabila data yang dikirim lengkap maka sistem akan memberikan pesan. diagram alir untuk proses pengiriman parameter kontrol dari *smart phone* Android pengguna ke *database server* dapat diamati pada Gambar 3.21

Data parameter kontrol terakhir yang telah dikirimkan oleh pengguna juga akan ditampilkan dengan tujuan pengguna dapat mengetahui data parameter kontrol terakhir yang dikirimkannya.



**Gambar 3.20:** Halaman kontrol hidroponik

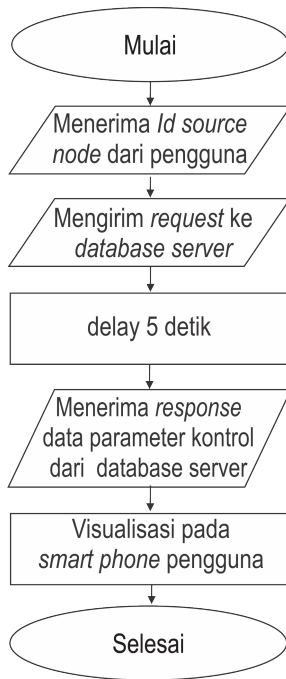
Proses visualisasi data parameter kontrol sama dengan proses visualisasi data sensor. *Smart phone* pengguna akan mengirimkan pesan request ke database server yang berisi *id source node*. Selanjutnya *smart phone* pengguna akan mendapatkan pesan *response* berubah data waktu melakukan pengiriman parameter kontrol, batas ketinggian air minimal, batas suhu, batas pH atas, dan batas pH bawah sesuai dengan sesuai dengan *id source node* yang dipilih serta data parameter kontrol yang terakhir yang dikirim pengguna. *Smart phone* pengguna akan melakukan pengiriman pesan *request* ke *database server* setiap 5 detik. Diagram alir untuk proses pengambilan data dari *database server* serta visualisasi data dapat diamati pada Gambar 3.22.



**Gambar 3.21:** Pengiriman parameter kontrol dari android ke *database server*

### 3.6.7 Halaman History Pada Aplikasi e-Hidroponic

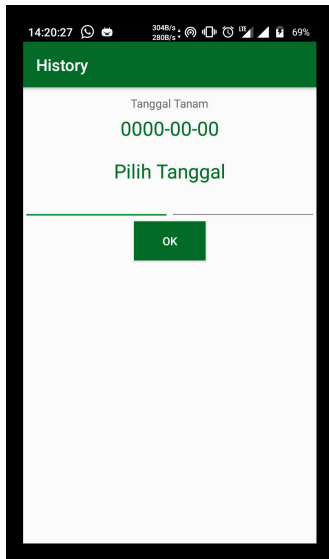
Halaman History akan muncul ketika pengguna menekan tombol History pada halaman Menu. Halaman *history* berfungsi untuk melihat data hasil pembacaan sensor sesuai tanggal. Tampilan halaman *history* seperti yang digambarkan Gambar 3.23. Pada halaman history terdapat dua bagian. Bagian pertama merupakan halaman masukan pengguna seperti yang digambarkan 3.23a. Pengguna diminta melakukan masukan berupa tanggal untuk melihat data hasil pembacaan sensor. Setelah mendapatkan data masuk-



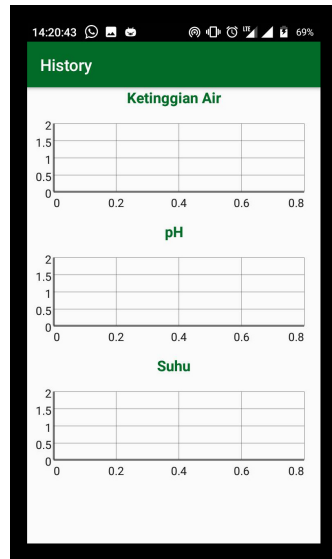
**Gambar 3.22:** Pengambilan data parameter kontrol dari *database server*

an pengguna berupa tanggal, Aplikasi akan mengirimkan *id source node* dan data masukan tanggal ke database server melalui pesan *request*. Aplikasi akan mendapatkan *response* data hasil pembacaan sensor perhari sesuai tanggal masukan pengguna. Data yang di dapat akan di visualisasikan dalam bentuk grafik seperti yang ditampilkan Gambar 3.23b.





(a) Masukan pengguna



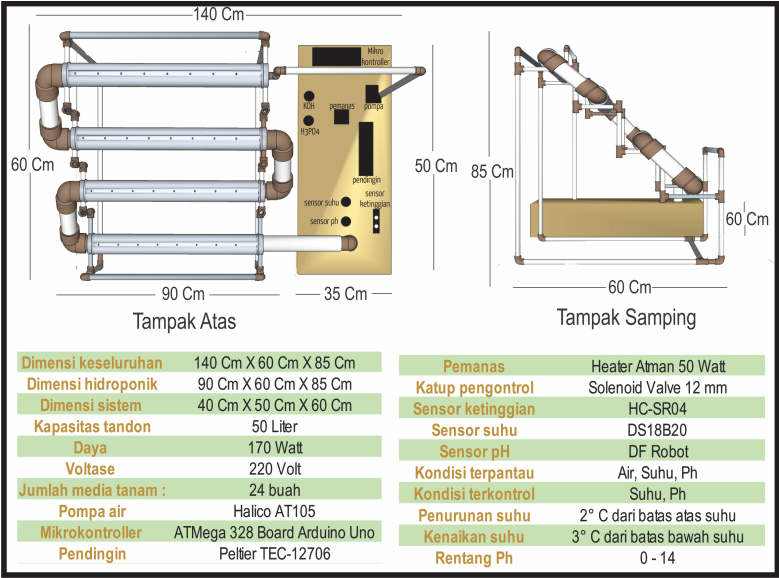
(b) Visualisasi data History

**Gambar 3.23:** Halaman history

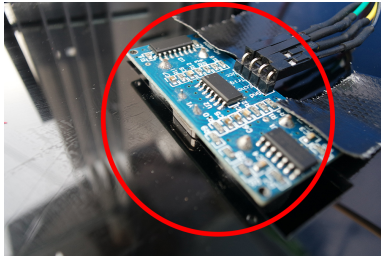
# BAB 4

## PENGUJIAN DAN ANALISA

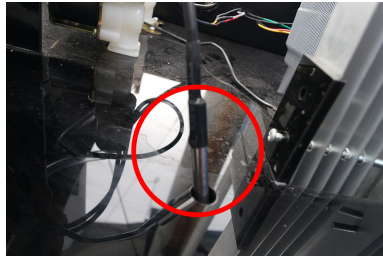
Pada penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap sistem yang sudah dibuat. Terdapat empat buah pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian proses pada *node* , pengujian proses pada *sink*, pengujian visualisasi pada *Smart phone*, dan pengujian perbandingan sensor dengan alat yang umum digunakan. Sebelum dilakukan pengujian, perlu dilakukan pemasangan sensor, *solenoid valve* dan pendingin pada tandom hidroponik agar sistem dapat mengambil data sensor dan dapat melakukan kontrol. Secara keseluruhan sistem pada penelitian ini memiliki spesifikasi seperti pada Gambar 4.1. Pemasangan sensor, *solenoid valve*, pemanas dan pendingin digambarkan pada gambar 4.2.



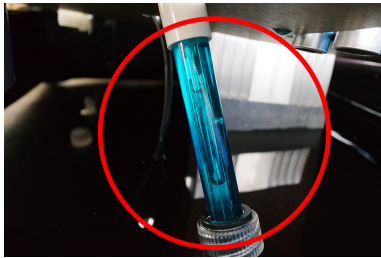
Gambar 4.1: Spesifikasi sistem secara keseluruhan



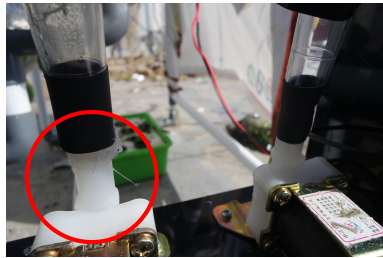
(a) Pemasangan sensor HCSR-04



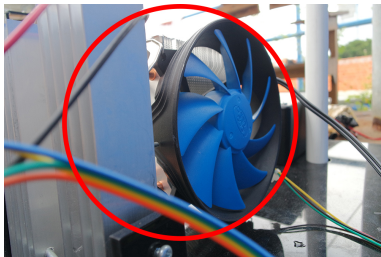
(b) Pemasangan sensor DS18B20



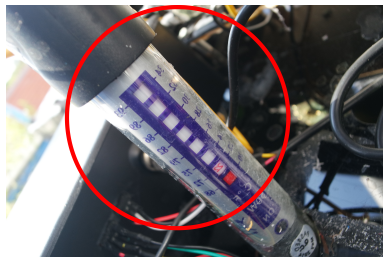
(c) Pemasangan sensor pH Probe



(d) Pemasangan *Solenoid Valve*



(e) Pemasangan Pendinging



(f) Pemasangan pemanas

**Gambar 4.2:** Pemasangan sensor, *Solenoid Valve*, pemanas, dan pendingin

#### 4.1 Pengujian Proses Pada *Source Node*

Pada bagian ini, akan dilakukan pengujian untuk memastikan *node* melakukan pengambilan data, pengiriman data sensor ke *sink*,

**Tabel 4.1:** Data *source node*

0	1	2	3	4	5	6	7	8
Id source node	Ketinggian air	Suhu	Ph	Kondisi ketinggian air	Kondisi pendingin	Kondisi pemanas	Kondisi katup H3PO4	Kondisi katup KOH
101	18.47	27.81	5.91	1	0	0	0	0
101	18.62	27.81	5.91	1	0	0	0	0
101	18.57	27.81	5.91	1	0	0	0	0
101	18.21	27.81	5.91	1	0	0	0	0
101	18.81	27.81	5.91	1	0	0	0	0
101	18.21	27.81	5.91	1	0	0	0	0
101	18.60	27.81	5.91	1	0	0	0	0

menerima data parameter kontrol serta pemrosesan kontrol.

*Source node* akan melakukan pengambilan dan pengiriman data. Pada saat mengirimkan data ke *sink*, *source node* akan menerima data parameter kontrol dari *sink*. Seperti yang ditampilkan oleh Tabel 4.1 merupakan data pada *source node* yang selanjutnya dikirim ke *sink*. *Array* pertama pada tampilan tersebut merupakan *id source node*. *Array* kedua merupakan hasil pembacaan sensor ketinggian air. *Array* ketiga merupakan hasil pembacaan sensor suhu Ds18b20. *Array* keempat merupakan hasil pembacaan sensor pH Probe. Sedangkan *array* keempat hingga kesembilan merupakan kondisi air, pendingin, pemanas dan *valve*. Data yang dikirimkan ke *sink* seperti data pada kolom satu hingga kolom kesembilan. Setelah melakukan pengiriman data ke *sink*, *source node* akan mendapatkan data parameter kontrol dari *sink* yang digunakan untuk proses kontrol.

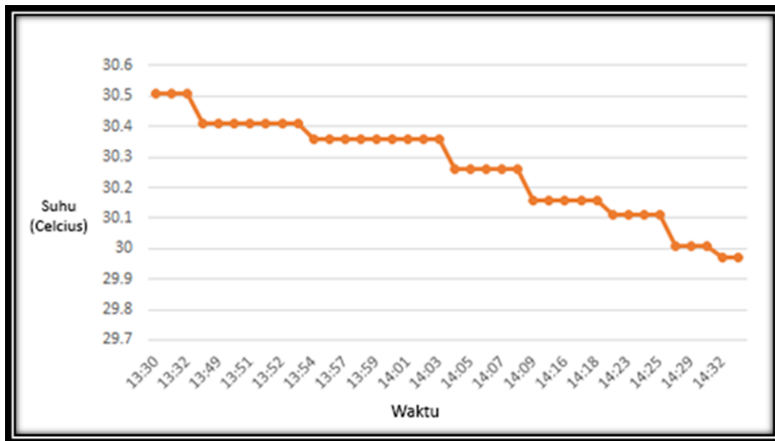
#### 4.1.1 Pengujian Proses Kontrol Suhu

*Source node* akan melakukan kontrol suhu dengan membandingkan data hasil pembacaan sensor suhu dengan data parameter kontrol yang diterima. Tabel 4.2 merupakan proses kontrol suhu dimana ketika data sensor suhu menunjukkan  $30.5^{circ}C$  dan data batas atas suhu yang diinginkan pengguna sebesar  $30^{circ}C$  maka pendingin dalam keadaan *on* atau bernilai 1 serta pemanas dalam keadaan *off* atau bernilai 0. Sedangkan ketika data sensor suhu menunjukkan  $28^{circ}C$  maka pendingin dan pemanas dalam keadaan *off* atau masing - masing bernilai 0. Data sensor suhu tidak pernah menunjukkan angka dibawah batas bawah suhu yaitu  $21^{circ}C$  sehing-

**Tabel 4.2:** Proses kontrol suhu

Id source node	Data sensor suhu	Data paramter kontrol		Kondisi pendingin	Kondisi pemanas
		Suhu atas	Suhu bawah		
101	30.5	30.00	21.00	1	0
101	28			0	0

ga pemanas selalu dalam keadaan *off*. Sistem membutuhkan waktu yang sangat lama untuk menurunkan suhu dimana dibutuhkan waktu sekitar satu jam untuk menurunkan waktu dari  $30.5^{\circ}C$  hingga berada dibawah batas suhu atas yang diterima *source node*. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.3. Dimana pada jam 13.30 nilai suhu menunjukkan  $30.5^{\circ}C$  sedangkan pada jam 14.32 kondisi berada dibawah  $30^{\circ}C$ . Penurunan suhu di akibatkan adanya pendingin yang menyala.



**Gambar 4.3:** Grafik penurunan suhu

#### 4.1.2 Pengujian Proses Kontrol pH

Seperti halnya pada proses kontrol suhu proses kontrol ph dengan membandingkan hasil pembacaan data sensor ph dengan data parameter kontrol yang diterima oleh *source node*. Tabel 4.3 menunjukkan hasil proses kontrol pH. Dimana ketika data hasil pembacaan sensor pH bernilai 6.55 sedangkan batas ph atas yang diterima oleh

*source node* bernilai 6.5 maka katup H3PO4 dalam keadaan *on* atau bernilai 1 sedangkan katup KOH dalam keadaan *off* atau bernilai 0. Ketika data hasil pembacaan sensor pH bernilai 5.4 sedangkan batas pH bawah yang diterima oleh *source node* bernilai 5.5 maka katup KOH dalam keadaan *on* atau bernilai 1 sedangkan katup H3PO4 dalam keadaan *off* atau bernilai 0.

Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan pH dari 6.55 ke kondisi yang diinginkan yaitu 6.5 memerlukan waktu 5 menit seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4a . Dimana pada jam 14.15 nilai pH menunjukkan 6.55 pada jam 14.19 nilai pH menunjukkan 6.5. Proses penurunan pH disebabkan oleh pemberian larutan H3PO4 dengan konsentrasi 10%. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan pH dari 5.4 menuju kondisi batas bawah yang diinginkan yaitu 5.5 memerlukan waktu 5 menit seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4b. Dimana pada jam 16.28 nilai pH menunjukkan 5.42 pada jam 16.33 nilai pH menunjukkan 5.5. Proses peningkatan pH disebabkan oleh pemberian larutan KOH dengan konsentrasi 10%.

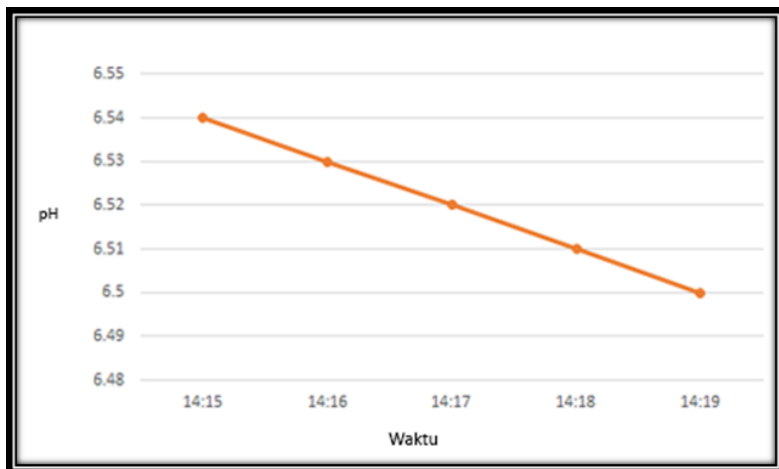
**Tabel 4.3:** Proses kontrol pH

Id source node	Data sensor pH	Data paramter kontrol		Kondisi katup H3PO4	Kondisi katup KOH
		pH atas	pH bawah		
101	6.55	6.50	5.5	1	0
101	5.4			0	1

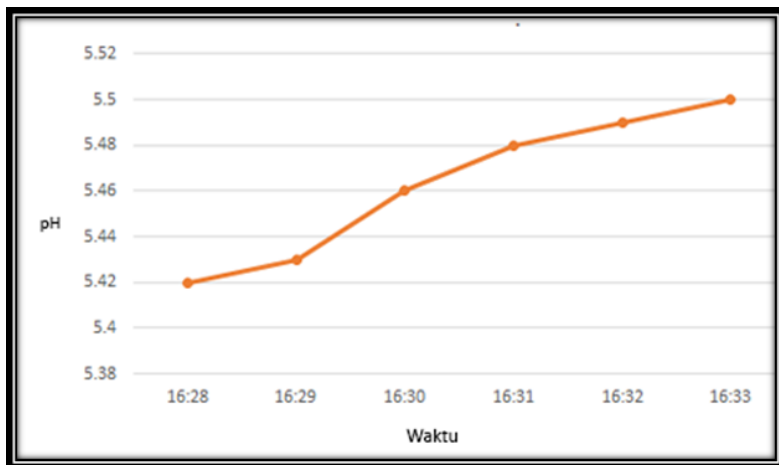
## 4.2 Pengujian Proses Pada *Sink*

Pada bagian ini, akan dilakukan pengujian untuk memastikan apakah proses pada *sink* dapat berjalan dengan baik. Pengujian dimulai dari penerimaan data, pengiriman data ke *database server*, penerimaan data status dari *database server* serta pengiriman data paramter kontrol ke *node*. Pengujian pada *sink*.

Dalam prosesnya *sink* akan melakukan penerimaan data berupa *RF data* yang berisi paket data dari *node*. Selanjutnya paket data tersebut akan dipecah menjadi variabel variabel tertentu. Tabel 4.4 merupakan data dari *source node* yang telah diterima oleh *sink*. Pada pengujian ini *sink* berhasil menerima data dari dua *source node* yang terhubung dengan *sink*. Pengiriman data ke server dilakukan segera setelah proses penerjemahan data. Ketika *sink*



(a) Grafik penurunan pH



(b) Grafik peningkatan pH

**Gambar 4.4:** Grafik penurunan dan peningkatan pH

sudah berhasil mengirim data ke *database server* maka keterangan yang muncul pada terminal adalah *sending to server*.

**Tabel 4.4:** Data *source node* yang diterima *sink*

0	1	2	3	4	5	6	7	8
Id source node	Ketinggian Air	Suhu	Ph	Kondisi ketinggian air	Kondisi pendingin	Kondisi pemanas	Kondisi katup H3PO4	Kondisi katup KOH
101	18.52	29.25	5.87	1	0	0	0	0
102	20.30	28.80	6.40	1	0	0	0	0
101	18.47	29.25	5.86	1	0	0	0	0
102	20.30	28.80	6.40	1	0	0	0	0
101	18.18	29.25	5.86	1	0	0	0	0
102	20.30	28.80	6.40	1	0	0	0	0

**Tabel 4.5:** Data parameter kontrol

0	1	2	3	4	5
Id source node	Batas ketinggian air	Batas suhu atas	Batas suhu bawah	Batas pH atas	Batas pH bawah
101	15	30	21	6.5	5.5
102	15	30	21	6.5	5.5

Setiap sukses melakukan pengiriman data ke *database server*. *Sink* akan mendapatkan respon berupa *data parameter* kontrol sesuai dengan *id source node* yang diterima oleh *database server*. Hal ini seperti yang terlihat pada Tabel 4.5, merupakan *data parameter* kontrol yang di dapat dari *database server*. Setelah mendapatkan *data parameter* kontrol dari *database server*, *sink* akan mengubah data tersebut menjadi sebuah paket data untuk selanjutnya dikirim ke setiap *source node*.

### 4.3 Pengujian Perbandingan Sensor Dengan Alat Yang Umum Digunakan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan pengukuran dari sensor yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data yang diambil oleh sensor-sensor yang ada dengan alat yang sudah memiliki standarisasi. Terdapat empat buah sensor yang digunakan yaitu:

1. Sensor suhu yang dilakukan perbandingan dengan termometer inframerah.
2. Sensor ketinggian yang dilakukan perbandingan dengan penggaris.
3. Sensor pH yang dilakukan perbandingan dengan pH meter



**Tabel 4.6:** Pengujian perbandingan sensor suhu

Pengujian ke -	Sensor suhu DS18B20	Termometer inframerah	galat
1	28.9	30.4	4.93%
2	28.8	30.6	5.88%
3	27	28	3.57%
Rata - rata			4.80%

**Tabel 4.7:** Pengujian perbandingan sensor ketinggian

Pengujian ke -	Sensor ketinggian	Jarak sebenarnya	Galat
1	18.81	18.7	0.59%
2	16.75	16.6	0.90%
3	15.52	14.4	0.89%
Rata - rata			0.78%

#### *Electric.*

Dari pengujian yang dilakukan pada masing-masing sensor, didapat hasil sebagai berikut :

### **4.3.1 Pengujian Sensor Suhu**

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan sensor suhu DS18B20 dengan termometer inframerah. Pengujian dilakukan dalam tiga waktu berbeda. Dari pengujian didapat hasil berikut : Dari tabel 4.6 didapat hasil bahwa galat terkecil terjadi pada pengujian ketiga dengan nilai galat sebesar 3.57% sementara galat terbesar terjadi pada pengujian kedua dengan nilai galat sebesar 5.88%. Galat rata-rata dari pengujian yang sudah dilakukan adalah 4.80%. Pembacaan data pada sensor suhu DS18B20 selalu menghasilkan nilai pembacaan yang lebih rendah dibandingkan dengan termometer inframerah. Dari hasil pengujian ini, sensor suhu DS18B20 dapat digunakan untuk mengambil data suhu air pada tandon hidroponik.

### **4.3.2 Pengujian Sensor Ketinggian**

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan sensor ketinggian dengan jarak sebenarnya. Pengujian dilakukan dalam tiga waktu berbeda. Dari pengujian didapat hasil seperti pada Tabel 4.7 Dari tabel 4.7 didapat hasil bahwa galat terkecil terjadi pada pengujian

**Tabel 4.8:** Pengujian perbandingan sensor pH

Pengujian ke -	Sensor pH	pH Meter	Galat
1	7.54	7.6	0.79%
2	6.34	6.4	0.94%
3	6.68	6.8	1.76%
Rata - rata			1.16%

pertama dengan nilai galat sebesar 0.59% sementara galat terbesar terjadi pada pengujian kedua dengan nilai galat sebesar 0.90%. Galat rata-rata dari pengujian yang sudah dilakukan adalah 0.78%. Pembacaan data pada sensor suhu ketinggian selalu menghasilkan nilai pembacaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengukuran jarak sebenarnya menggunakan penggaris. Dari hasil pengujian ini, sensor ketinggian dapat digunakan untuk mengambil data ketinggian air pada tandon hidroponik.

### 4.3.3 Pengujian Sensor pH

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan sensor pH untuk mengetahui ketepatan pengambilan data pH air pada tandon hidroponik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data hasil pembacaan sensor pH dengan pH meter *electric*. Pengujian dilakukan dalam tiga waktu berbeda. Dari pengujian didapat hasil seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.8

Dari tabel 4.8 didapat hasil bahwa galat terkecil terjadi pada pengujian pertama dengan nilai galat sebesar 0.79% sementara galat terbesar terjadi pada pengujian ketiga dengan nilai galat sebesar 1.76%. Galat rata-rata dari pengujian yang sudah dilakukan adalah 1.16%. Pembacaan data pada sensor pH selalu menghasilkan nilai pembacaan yang lebih rendah dibandingkan dengan pH meter *electric*. Dari hasil pengujian ini, sensor pH dapat digunakan untuk mengambil data pH air pada tandon hidroponik.

Selain melakukan pengujian sensor pH dengan pH meter *electric* juga dilakukan pengujian tegangan keluaran hasil sensor pH dengan tegangan keluaran pada *data sheet* menggunakan beberapa larutan. Hasil pendekatan nilai tegangan keluaran data sheet di dapat dengan menggunakan persamaan 2.3.

**Tabel 4.9:** Pengujian tegangan keluaran sensor pH

No	Nama larutan	Ph out	Vout	Vout data sheet	Galat
1	Air hidroponik	6.41	35.05	34.9044	0.42%
2	Aquades	6.92	4.68	4.7328	1.12%
3	pH buffer 4	4.04	175.38	175.1136	0.15%
4	pH buffer 7	7.07	-3.95	-4.1412	4.62%
Rata - Rata					1.58%

**Tabel 4.10:** Pengujian kesesuaian fungsi

No	Nama fungsi	Scene	Kesesuaian fungsi
1	Mendapatkan latitude dan longitude posisi hidroponik	Atur informasi hidroponik	Ya
2	Mengirimkan informasi hidroponik ke database server	Atur informasi hidroponik	Ya
3	Menampilkan marker sesuai posisi hidroponik pada database server	Pilih hidroponik	Ya
4	Tombol monitoring hidroponik	Menu	Ya
5	Tombol kontrol hidroponik	Menu	Ya
6	Tombol history	Menu	Ya
7	Menampilkan data sensor dari database sever	Monitoring hidroponik	Ya
8	Mengirimkan data parameter kontrol ke database server	Kontrol hidroponik	Ya
9	Menampilkan data parameter kontrol terakhir dari database server	Kontrol hidroponik	Ya
10	Menampilkan history data sensor dari database server	History	Ya

Dari hasil pengujian perbandingan tegangan keluaran sensor pH dengan tegangan keluaran pada *data sheet* yang terdapat pada Tabel 2.1 seperti yang ditampilkan Tabel 4.9. Menunjukkan bahwa keluaran tegangan sensor pH memiliki galat rata - rata sebesar 1.58% .

#### 4.4 Pengujian *User Interface Smart Phone Android*

Pada bagian ini, akan dilakukan pengujian untuk memastikan apakah sistem yang dibuat dapat berjalan dengan sesuai. Bagian sistem yang akan diuji adalah pengujian kesesuaian fungsi aplikasi *e-Hidroponic* dan pengujian dengan survei.

**Tabel 4.11:** Daftar pertanyaan pengujian survei

No	Pertanyaan	Scene
1	Melakukan request latitude dan longitude pada Menu atur informasi hidroponik	Atur informasi hidroponik
2	Melakukan pengiriman data informasi hidroponik	Atur informasi hidroponik
3	Melakukan pemantauan pada menu monitoring	Monitoring hidroponik
4	Melakukan pengiriman data parameter kontrol	Kontrol hidroponik
5	Melakukan pemantauan history data pH, suhu, dan ketinggian air pada menu history	History

#### 4.4.1 Pengujian Kesesuaian Fungsi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi-fungsi yang diterapkan sudah sesuai dengan rancangan atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan mencoba seluruh fungsi yang telah dirancang pada peranti yang sudah tertanam aplikasi *e-Hidroponic*. Dari hasil pengujian kesesuaian fungsi pada Tabel 4.10, didapat semua fungsi pada Aplikasi *e-Hidroponic* berjalan sesuai rancangan.

#### 4.4.2 Pengujian *User Interface* Dengan Survei

Pengujian survei dilakukan kepada umum untuk mengetahui seberapa baik antarmuka pengguna (user interface) aplikasi dan kemudahan penggunaan aplikasi. Selain itu, pengujian survei dilakukan untuk mengetahui berapa besar galat yang terjadi ketika aplikasi dipergunakan langsung oleh pengguna.

Responden diminta untuk melakukan uji coba aplikasi yang terdiri dari beberapa tugas. Ketika pengguna berhasil melakukan tugas yang diberikan maka responden dianggap berhasil. Daftar Pertanyaan yang diberikan kepada responden seperti pada Tabel 4.11. Pada survei yang dilakukan dengan memberikan tugas kepada responden terkumpul data dari 15 orang responden. Hasil survei secara rinci terdapat pada Tabel 4.12. Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa kejelasan elemen yang ada pada aplikasi E-Hidroponic sudah

**Tabel 4.12:** Hasil pengujian

Tugas	Jawaban	
	Tidak berhasil	Berhasil
Pertanyaan 1	0%	100.00%
Pertanyaan 2	0%	100.00%
Pertanyaan 3	0%	100.00%
Pertanyaan 4	0%	100.00%
Pertanyaan 5	0%	100.00%

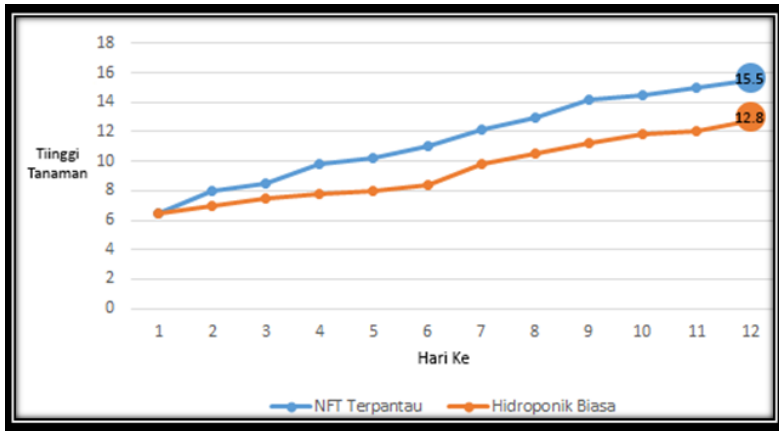
cukup jelas. Hal ini dapat dilihat dimana 100% pengguna dapat menjalankan tugas yang diberikan.

#### 4.5 Pengujian Sistem Dengan Tanaman

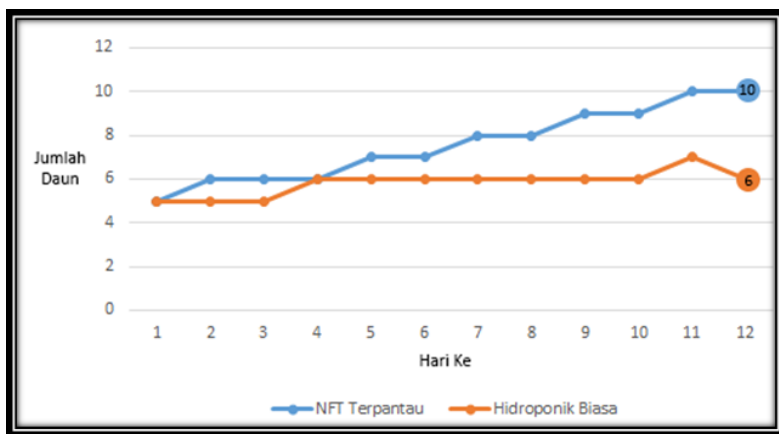
Pengujian sistem dengan sampel tanaman dilakukan agar diketahui apakah sampel tanaman tumbuh dengan baik dengan sistem hidroponik *NFT* yang telah dibuat. Tanaman yang dijadikan sampel dalam pengujian adalah tanaman sayur Sawi hijau (*Brassica rapa*). Pengujian dilakukan dengan cara mengamati dan membandingkan pertumbuhan tanaman pada media tanam hidroponik *NFT* terpantau dan hidroponik biasa, meliputi pertumbuhan daun, pertumbuhan akar, dan tinggi tanaman selama beberapa hari. Sebelum dilakukan penanaman pada media tanam hidroponik, tanaman sayur Sawi terlebih dahulu melalui proses semai. Tanaman sawi dipindahkan dari media semai ke hidroponik *NFT* terpantau dan hidroponik biasa masing - masing telah memiliki jumlah daun 5 buah, panjang akar 0 Cm, dan tinggi tanaman 6.5 Cm.

Dari hasil pengamatan perhari menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman sawi pada media *NFT* terpantau lebih tinggi dibandingkan dengan hidroponik biasa seperti yang di tampilkan Gambar 4.5. Dimana tinggi tanaman pada media tanam *NFT* terpantau pada hari ke dua belas memiliki tinggi tanaman 15.5 Cm sedangkan tanaman pada media tanam hidroponik biasa 12.8 Cm. Gambar 4.6 menunjukkan jumlah pertumbuhan daun pada tanaman sawi yang ditempatkan di hidroponik *NFT* terpantau memiliki jumlah daun yang terus meningkat, sedangkan pada hidroponik biasa mengalami penurunan jumlah daun pada hari ke dua belas dikarenakan daun mengalami kekeringan dan layu. Pada hari ke

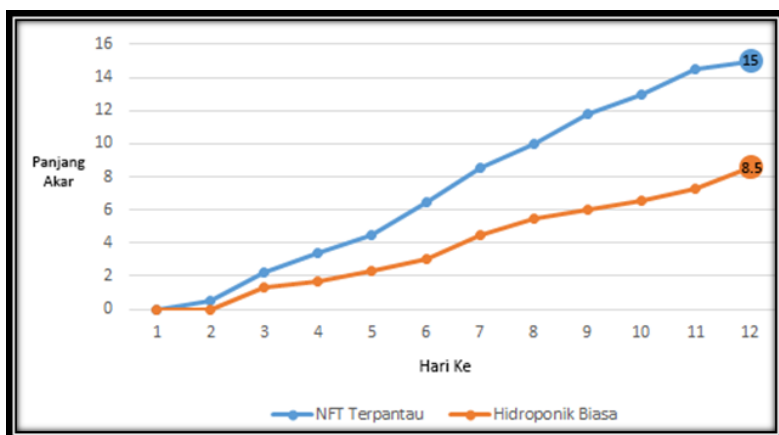
dua belas jumlah daun tanaman pada NFT terantau sebanyak 10 buah sedangkan pada hidroponik biasa sebanyak 6 buah. Untuk pertumbuhan akar, tanaman sawi pada hidroponik NFT terantau memiliki pertumbuhan akar yang lebih panjang dibandingkan dengan tanaman sawi pada hidroponik biasa seperti yang diperlihatkan grafik pada Gambar 4.7. Pada hari ke dua belas panjang akar tanaman pada hidroponik NFT terantau 15 Cm sedangkan pada tanaman pada hidroponik biasa 8.5 Cm.



**Gambar 4.5:** Grafik pertumbuhan tanaman



Gambar 4.6: Grafik pertumbuhan daun



Gambar 4.7: Grafik pertumbuhan akar

# BAB 5

## PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Pada penelitian ini berhasil mengimplementasikan *Internet Of Things (IoT)* untuk pemantauan dan pengendalian sistem hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)* sayuran berbasis *Wireless Sensor Network*
2. *Source node* berhasil mengirimkan data sensor, kondisi ketinggian air, kondisi valve dan kondisi pendingin ke *sink* serta melakukan proses kontrol sesuai data parameter kontrol yang diterima dari *sink*.
3. *Sink* berhasil mengirimkan data parameter kontrol ke *node*, melakukan pengiriman data yang diterima dari *node* ke *data-base server*.
4. Hasil akusisi data suhu DS18B20, sensor ketinggian dan sensor pH dibandingkan dengan termometer inframerah, jarak sebenarnya, dan pH meter elektrik memiliki nilai yang cukup akurat dengan nilai rata-rata masing-masing 95.20%, 99.22% dan 98.84%.
5. Berdasarkan hasil survey, *user-interface* pada aplikasi eHidroponik bersifat informatif dimana sebanyak 100% responden berhasil menjalankan elemen - elemen yang terpadapat pada *user-interface*.
6. Berdasarkan pengamatan dan perbandingan pada pertumbuhan tanaman. Sistem hidroponik *NFT* terpantau memiliki hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan hidroponik biasa dengan larutan sama. Dimana pada hari ke 12 tanaman yang diletakkan pada sistem hidroponik *NFT* memiliki tinggi 15.5 Cm, panjang akar 15 Cm, serta memiliki 10 buah daun. Sedangkan tanaman yang diletakkan pada hidroponik biasa memiliki tinggi 12.8 cm, panjang akar 8.5 Cm dan memiliki 6 buah daun.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Heriwibowo and N. Budiana, Hidroponik Sayuran :untuk hobi dan bisnis. Jakarta: Penebar Swadaya, 2003. (Dikutip pada halaman 1, 5, 6).
- [2] R. Zafalon, “Smart system design: Industrial challenges and perspectives,” in 2013 IEEE 14th International Conference on Mobile Data Management, vol. 1, pp. 3–3, June 2013. (Dikutip pada halaman 2, 7).
- [3] S. M. M. P. Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Elsevier, September 2013. (Dikutip pada halaman 7).
- [4] W. S. Guobao Xu and X. Wang, “Applications of wireless sensor networks in marine environment monitoring: A survey,” MDPI, vol. 14, 2014. (Dikutip pada halaman 8).
- [5] M. Li, Z. Li, and A. V. Vasilakos, “A survey on topology control in wireless sensor networks: Taxonomy, comparative study, and open issues,” Proceedings of the IEEE, vol. 101, pp. 2538–2557, Dec 2013. (Dikutip pada halaman 8).
- [6] Y. Zeng, C. J. Sreenan, N. Xiong, L. T. Yang, and J. H. Park, “Connectivity and coverage maintenance in wireless sensor networks,” The Journal of Supercomputing, vol. 52, no. 1, pp. 23–46, 2010. (Dikutip pada halaman 8).
- [7] A. Flammini, P. Ferrari, D. Marioli, E. Sisinni, and A. Taroni, “Wired and wireless sensor networks for industrial applications,” Microelectronics Journal, vol. 40, no. 9, pp. 1322 – 1336, 2009. Quality in Electronic Design2nd {IEEE} International Workshop on Advances in Sensors and InterfacesThermal Investigations of {ICs} and Systems. (Dikutip pada halaman 8).
- [8] S. yun Kim, O. Guzide, and S. Cook, “Towards an optimal network topology in wireless sensor networks: A hybrid appoa-

- ch.,” in SNA (G. K. Lee, ed.), pp. 13–18, ISCA, 2009. (Dikutip pada halaman 8).
- [9] I. P. A. E. Pratama and S. Soekanto, Wirless Sensor Network (WSN) : teori dan praktek berbasiskan open source. Bandung: Informatika, 2015. (Dikutip pada halaman 9).
- [10] “Raspberry pi 3 is out now! specs benchmarks & more.” <https://www.raspberrypi.org/magpi/raspberry-pi-3-specs-benchmarks/>). Diakses: 2017-03-20. (Dikutip pada halaman 10).
- [11] T. G. Hadijaya Pratama, Erik Haritman, “Akuisisi data kinerja sensor ultrasonik berbasis sistem komunikasi serial menggunakan mikrokontroler atmega 32,” ELECTRANS, vol. 11, no. 2, 2012. (Dikutip pada halaman 11).
- [12] P. Vanysek, “The glass ph electrode.” <http://www.electrochem.org/dl/interface/sum/sum04/IF6-04-Pages19-20.pdf>, 2004. (Dikutip pada halaman 12).
- [13] “Ph meter.” [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH\\_meter\(SKU:\\_SEN0161\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)). Diakses: 2017-03-16. (Dikutip pada halaman 13, 14).
- [14] DS18B20, “Programmable resolution 1-wire digital thermometer.” <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>, 2004. (Dikutip pada halaman 15, 16, 17).
- [15] G. P. Darma and W. Wendanto, “Rancang bangun dispenser otomatis berbasis mikrokontroller atmega 16,” ILMIAH GO INFOTECH, vol. 21, Juni 2015. (Dikutip pada halaman 18).
- [16] M. H. S. I. f. a. Jenny delly, ST.MT, “Studi penggunaan modul termoelektrik sebagai sistem pendingin portable,” ENTHALPY, vol. 1, no. 1, 2016. (Dikutip pada halaman 18, 19).

- [17] Z. Ma, “Peltier.” <https://sites.suffolk.edu/zma5/2014/05/01/the-peltier-device/peltier/>. Diakses: 2017-04-16. (Dikutip pada halaman 19).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

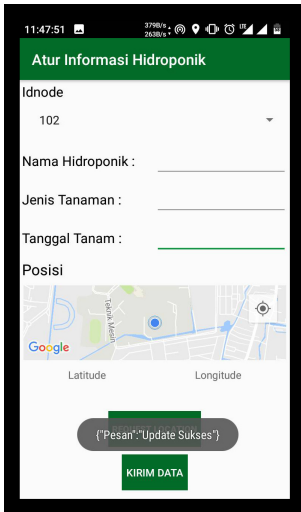
## LAMPIRAN

Tabel I.1: Hasil kuisioner

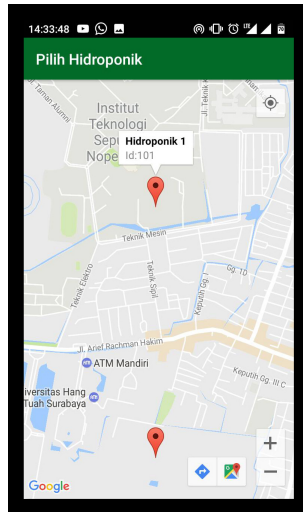
Pertanyaan	Jawaban	
	Tidak berhasil	Berhasil
Pertanyaan 1	0	15 Orang
Pertanyaan 2	0	15 Orang
Pertanyaan 3	0	15 Orang
Pertanyaan 4	0	15 Orang
Pertanyaan 5	0	15 Orang

Gambar I.1 : Atur informasi hidroponik

Gambar I.2 :Notifikasi memasukkan data halaman atur hiropnik



Gambar I.3 :Notifikasi memperbarui data halaman atur hiroponik



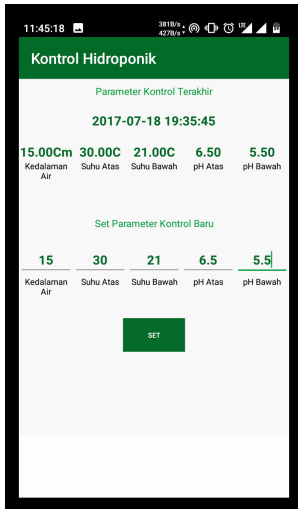
Gambar I.4 :Menampilkan marker pada halaman pilih hidroponik



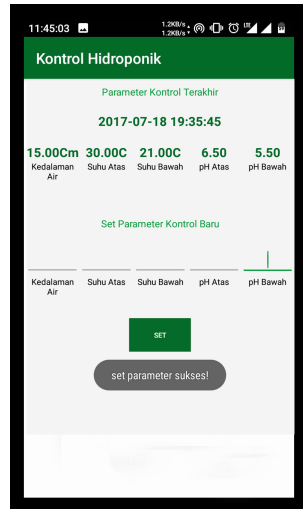
Gambar I.5 :Halaman menu



Gambar I.6 :Visualisasi data pada halaman monitoring



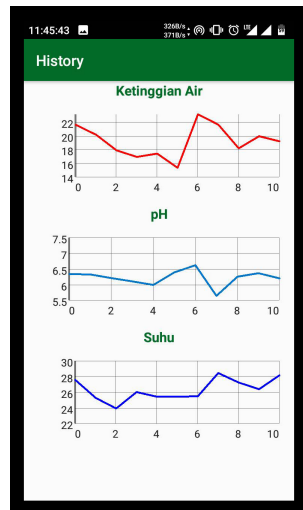
Gambar I.7 :Atur data parameter kontrol



Gambar I.8 :Notifikasi atur data parameter sukses



Gambar I.8 :Pemilihan tanggal pada halaman history



Gambar I.9 :Visualisasi data pada halaman history



```

101 18.52 29.25 5.87 1 0 0 0 0
sending to server
101|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
102 20.30 28.80 6.40 1 0 0 0 0
sending to server
102|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
101 18.47 29.25 5.86 1 0 0 0 0
sending to server
101|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
102 20.30 28.80 6.40 1 0 0 0 0
sending to server
102|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
101 18.18 29.25 5.86 1 0 0 0 0
sending to server
101|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
102 20.30 28.80 6.40 1 0 0 0 0
sending to server
102|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
102 20.30 28.80 6.40 1 0 0 0 0
sending to server
102|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
101 18.52 29.25 5.86 1 0 0 0 0
sending to server
101|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node
102 20.30 28.80 6.40 1 0 0 0 0
sending to server
102|15.00|30.00|21.00|6.50|5.50|
sending to node

```

Gambar I.10 :Proses pada *sink*



Gambar I.11 : Hidroponik NFT terpantau

Tabel I.2: Pengamatan pertumbuhan tanaman

Hari Ke	Jumlah Daun Hidup		Jumlah Daun Mati		Tinggi Tanaman		Panjang Akar	
	Hidroponik NFT Terpantau	Hidroponik Biasa	Hidroponik NFT Terpantau	Hidroponik Biasa	Hidroponik NFT Terpantau	Hidroponik Biasa	Hidroponik NFT Terpantau	Hidroponik Biasa
1	5	5	0	0	6.5	6.5	0	0
2	6	5	0	0	8	7	0.5	0
3	6	5	0	0	8.5	7.5	2.2	1.3
4	6	6	0	0	9.8	7.8	3.4	1.7
5	7	6	0	0	10.2	8	4.5	2.3
6	7	6	0	0	11	8.4	6.5	3
7	8	6	0	1	12.2	9.8	8.5	4.5
8	8	6	0	0	13	10.5	10	5.5
9	9	6	0	0	14.2	11.2	11.8	6
10	9	6	0	0	14.5	11.8	13	6.6
11	10	7	0	0	15	12.1	14.5	7.3
12	10	6	0	1	15.5	12.8	15	8.5

## BIOGRAFI PENULIS



Gafur Hasan Zam Bahari, lahir pada 04 Mei 1995 di Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Saat ini penulis tinggal di RT 03 RW 01 Panarukan, Situbondo. Pada tahun 2007 menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 1 Kilensari. Tahun 2010 lulus dari SMP Negeri 1 Situbondo serta pada tahun 2013 lulus dari SMA Negeri 1 Situbondo. Penulis diterima di Program Studi S-1 Departemen Teknik Komputer Fakultas Teknologi Elektro ITS. Penulis aktif menja-

di Asisten Laboratorium Komputasi Multimedia. Penulis memiliki hobby *Travelling* dan Olahraga. Penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir dengan judul "***Internet of Things untuk Pemanfaatan dan Pengendalian pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique Sayuran Berbasis Wireless Sensor Network***". Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau pertanyaan mengenai tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email [zabee95@gmail.com](mailto:zabee95@gmail.com).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*